

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 2 月 5 日 (05.02.2004)

PCT

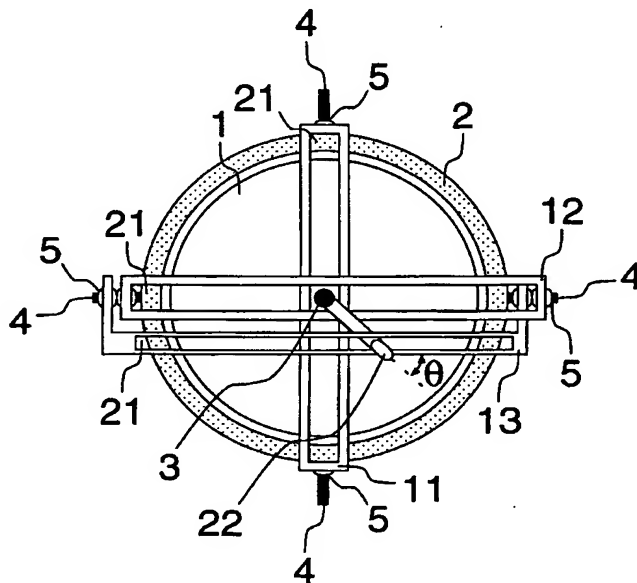
(10) 国際公開番号
WO 2004/011824 A1

- (51) 国際特許分類: F16H 21/48, G01B 21/22
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009058
- (22) 国際出願日: 2003 年 7 月 16 日 (16.07.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-216381 2002 年 7 月 25 日 (25.07.2002) JP
特願2002-224487 2002 年 8 月 1 日 (01.08.2002) JP
特願2002-252960 2002 年 8 月 30 日 (30.08.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社エッチャンデス (ECCHANDES INC.) [JP/JP]; 〒443-0057 愛知県 蒲郡市中央本町 1 2 番 7 号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: および
- (73) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 味岡 義明 (AJIOKA, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒443-0057 愛知県 蒲郡市中央本町 1 2 番 7 号 株式会社エッチャンデス内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 尾崎 隆弘 (OZAKI, Takahiro); 〒443-0057 愛知県 蒲郡市中央本町 1 1 番 1 4 号 尾崎特許事務所 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: ROTATION SYSTEM WITH THREE DEGREE OF FREEDOM AND APPLICATION OF THE SAME

(54) 発明の名称: 3 自由度回転システム及びその応用



(57) Abstract: As shown in Fig. 1, a first guide rail (11), and a second rail (12) and third guide rail (13) that are parallel to each other are installed on a base (2) so as to be perpendicular to each other, and these guide rails are rotated about shafts (4) installed on both ends. When the guide rails are rotated, an indication bar (3) installed on a rotor (1) is moved synchronously with the movement of the rails, so that the rotor (1) is also rotated. A slider (22) installed on the indication bar (3) slides along a slit (21) of the third guide rail (13). Then a rotation angle of the rotor (1) about the indication bar (3) is determined by the distance between the guide rails.

(57) 要約: 第 1 図に示すように、第一ガイドレール (11) と、平行する第二ガイドレール (12) 及び第三ガイドレール (13) と、が、互いに直交するように土台 (2) に取り付けられ、さらにこれらのガイドレールは、両端に取り付けられた軸 (4) を中心にして回転する。これらのガイドレールが回転すると、これらの

[続葉有]



(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

ガイドレールに合わせてロータ (1) に取り付けられた指示棒 (3) が移動するので、このロータ (1) も回転する。この指示棒 (3) に取り付けられたスライダ (22) が、第三ガイドレール (13) のスリット (21) に沿ってスライドする。このとき、これらのガイドレールの間隔によって、指示棒 (3) を中心としたロータ (1) の回転角度が決定される。

明細書

3 自由度回転システム及びその応用

技術分野

本発明は、少なくとも3個のガイドレールを用いた3自由度回転システムに関し、詳しくは、1個のガイドレールと残りの2個のガイドレールが直交するように、これらのガイドレールを土台に取り付け、ロータに取り付けられた指示棒及び指示棒に取り付けられた少なくとも1個のスライダが、これらのガイドレールに沿ってスライドしながらこれらのガイドレールを回転させることにより、このロータの向きを検出すると共に、これらのガイドレールをアクチュエータによって回転させることにより、このロータを回転させるものに関する。

背景技術

従来から、3自由度モータとして、圧電素子を用いたもの（特開昭62-228392、特開平9-34409、特開平9-219980、特開平11-18459、国際公開番号WO02/15358参照）、同期モータを用いたもの（矢野智昭、金子真、“回転中心を同一とする多自由度アクチュエータの基礎的検討”、日本ロボット学会誌、Vol. 11, No. 6, pp. 875-882、1993参照）、ステッピングモータを用いたもの（矢野智昭、鈴木健生、園部増雄、金子真、“回転中心を同一とする多自由度アクチュエータ（第4報）ステップモータの試作と基礎実験”、日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会講演論文集、No. E307, pp. 1210-1211、1994参照）及び電磁石を用いたもの（特開昭62-221856、特開平5-64417、特開平9-168275参照）などが多数開発されてきたが、3個のエンコーダを用いて3つの回転軸の角度を検出する場合、少なくとも1個のエンコーダをモータと一緒に回転

させる必要があり、構造が複雑になるばかりか、必要以上にモータのトルクを大きくしなければならなかった。また、ステッピングモータを用いた場合には、エンコーダを用いなくても正確な位置決めをすることができるけれども、エンコーダを用いた場合と同様に、少なくとも1個のステッピングモータを少なくとも1つの回転軸を中心に回転させる必要があった。そのため、多自由度移動機構の位置検出方法として、加速度検出器を用いたもの（特開平5-64417、特開平9-168275）及び電磁石を用いたもの（矢野智昭、金子真、“回転中心を同一とする多自由度アクチュエータ（第6報）多極同期モータの位置決め制御”、第12回ロボット学会学術講演会、No. 1354, pp. 193-194、1994参照）なども開発されてきた。しかしながら、これらの方法には以下のような問題点がある。例えば、加速度検出器を用いた場合、構造は単純であり、しかも3自由度の全てに対して制限なく検出することができるけれども、誤差が蓄積されるため、時間と共に位置の精度が悪くなる。また、電磁石を用いた場合、装置自体が重くなったり、磁力線を検出する部分が必要となり、しかもこの磁力線が電子部品に悪影響を及ぼす。

ここで多自由度モータの用途として、3つの回転軸に対して無限に回転する場合以外にも、例えば移動カメラ及びバックミラーのように、一定の範囲内を自由に回転できれば良い場合も多数考えられる。このとき、モータのように駆動する必要がなければ、球面軸受けを用いて簡単に3自由度の回転を実現することができる（例えば、特開平7-317758、特開平9-166135及び特開2000-304039参照）。そこで、この球面軸受けのロータに指示棒を取り付け、さらにこの指示棒を用いて、直交した2個のガイドレールを回転させることにより、2つの回転軸に対しては、最大で180度まで回転角度を検出することができる。しかしながら、この方法では、指示棒を中心に回転するロータの傾きの角度を検出することができないばかりか、このロータがこの指示棒を中心に回転するのを止めることもできない。そこで2個のガイドレールのうちいずれか一方に対して平行になるように、新たなガイドレールが取り付けられた場合、この指示棒に取り付けられたスライダが、この新たなガイドレールに沿って平行移動するならば、このガイドレールは、2つの回転軸の可動範囲を殆んど狭めることなく、このロータを常に一定の傾

きに保つことができる。さらに移動カメラ及びバックミラーなどの用途では、このロータを指示棒を中心に360度回転させる必要は殆んどなく、このロータの傾きを微調整することができれば、多自由度モータは十分に実用的である。そこで、平行する2個のガイドレールの間隔が変化しても、このスライダがこれらのガイドレールのうちの1個に沿ってスライドすることができれば、これらのガイドレールは最大で180度までこのロータの傾きを検出することができる。

これらのことを考慮すると、1個のガイドレールと、平行する2個のガイドレールと、が直交するように組み合わせられるので、これらのガイドレールの各々の回転角度を検出するためには、3個のエンコーダが必要であるけれども、これらのガイドレールの回転軸は2つとなる。したがって、ロータの回転に応じてこれらのエンコーダを移動させる必要がないので、このロータの3つの回転軸の回転角度が簡単に検出され得ると期待される。勿論、アクチュエータによって、これらのガイドレールを回転させることにより、このロータは3つの回転軸に対して独立に回転することができると期待される。

そこで、請求項記載の本発明は、1個のガイドレールと、平行する2個のガイドレールと、が直交するように組み合わせられ、しかも土台に固定されたエンコーダがこれらのガイドレールの回転角度を検出するような3自由度回転システムを開発することを目的とする。加えて、請求項記載の本発明は、土台に固定されたアクチュエータを用いて、これらのガイドレールを回転させるような3自由度回転システムを開発することも目的とする。

発明の開示

請求項1の発明は、球体の一部又は全部を含むロータと、指示棒と、少なくとも1個のスライダと、少なくとも1個の土台と、4個の軸と、6個の軸受けと、第一～第三の3個のガイドレールと、を含む3自由度回転システムであって、前記ロータが前記指示棒を備えたことと、2個の前記軸及び2個の前記軸受けを用いて、前記第一のガイドレールが前記土台に取り付けられたことと、残りの2個の前記軸及び残りの4個の前記軸受けを用い

て、前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールが前記土台に取り付けられたことと、少なくとも1個の前記スライダが前記指示棒に取り付けられたか、又は連結されたことと、を特徴とし、前記指示棒を前記第一のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータが前記第一のガイドレールを支える2個の前記軸を中心にして回転することと、前記指示棒を前記第二のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータが前記第一のガイドレールを支える2個の前記軸を中心にして回転することと、少なくとも1個の前記スライダを前記第三のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータが前記指示棒を中心にして回転することと、を特徴とする3自由度回転システムである。

本発明は、前記ロータが3自由度で回転する3自由度回転システムの実施形態である。本発明では、前記第一のガイドレール、前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールは、主に前記ロータの中心に対して円弧状に形成され、これらの前記ガイドレールの回転に応じて前記ロータが回転すると共に、この前記ロータの回転に応じてこれらの前記ガイドレールが回転する。これらの前記ガイドレールの各々は、棒状であっても良いし、スリットを備えても良い。特に、これらの前記ガイドレールの各々がこの前記スリットを備えた場合、この前記ガイドレールは、1枚の板から切り出されても良いし、少なくとも2本のワイヤを組み合わせで構成されても良い。前記指示棒の延長線上に前記ロータの中心を通る向きで、この前記指示棒はこの前記ロータに取り付けられる。このとき、この前記指示棒はパイプ状であっても良い。さらに、この前記ロータは中空であっても良い。4個の前記軸は前記第一のガイドレール、前記第二のガイドレール、前記第三のガイドレール及び少なくとも1個の前記土台のうち、いずれに固定されても良い。さらにこれらの前記軸が前記土台に固定される場合、これらの前記軸はスペーサを介してこれらの前記土台に取り付けられていても良い。ただし、2組の前記軸を結んだ2本の回転軸は直交し、さらに、それぞれ前記ロータの中心を通るものとする。前記軸受けにはボールベアリングを用いることもできる。前記第一のガイドレールは2個の前記軸を中心にして回転するので、前記指示棒の向きがこの前記ガイドレールの向きと一致する。したがって、この前記ガイドレールの前記向きに応じて、前記ロータはこれらの前記軸を中心にして回転する。前記

第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールは、それぞれ同じ 2 個の前記軸を中心に回転する。しかしながら、これらの前記軸の各々には 2 個の前記軸受けが取り付けられるので、これらの前記ガイドレールはそれぞれ独立に回転することができる。さらにこのとき、これらの前記ガイドレールは入れ子状になっても良いし、又は互い違いになっても良い。また、前記第三のガイドレールの両端は、この前記ガイドレールのうち円弧状の部分と前記土台が直交するように形成される。これにより、この前記ガイドレールがこれらの前記軸を通る回転軸を中心にして特定の角度を成す場合、この前記ガイドレールと前記第二のガイドレールの間隔が場所に因らず一定となる。少なくとも 1 個の前記スライダは前記第三のガイドレールに沿ってスライドするので、これらの前記ガイドレールの前記間隔が長くなると、この前記スライダと前記指示棒を通る直線と、これらの前記ガイドレールが成す角度は 90 度に近づき、反対に、これらの前記ガイドレールの前記間隔が短くなると、この前記直線とこれらの前記ガイドレールが成す角度は 0 度に近づく。したがって、これらの前記ガイドレールの前記間隔を変えることにより、前記指示棒を中心とする前記ロータの回転角度を変更することができる。本発明は全ての前記土台を移動させることなく前記ロータを 3 自由度で回転させることができるので、3 自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項 2 の発明は、請求項 1 記載の 3 自由度回転システムにおいて、前記第一のガイドレール及び前記第二のガイドレールのうち、少なくとも 1 個にスリットが開けられることにより、前記指示棒がこれらの前記スリットを通ることを特徴とする 3 自由度回転システムである。前記第一のガイドレール及び前記第二のガイドレールは、それぞれ 1 枚の板から切り出されても良いし、少なくとも 2 本のワイヤを組み合わせ構成されても良い。前記第一のガイドレールは 2 個の前記軸を中心に回転するので、この前記ガイドレールに開けられた前記スリットを前記指示棒が通ることにより、この前記指示棒の向きがこの前記ガイドレールの向きと一致する。前記第二のガイドレールは残りの 2 個の前記軸を中心に回転するので、この前記ガイドレールに開けられた前記スリットをこの前記指示棒が通ることにより、この前記指示棒の向きがこの前記ガイドレールの向きと一致する。したがっ

て、これらの前記ガイドレールの向きを検出することにより、この前記指示棒の向きが正確に求められる。本発明は余計な手間を掛けずに前記指示棒の向きを決定することができるので、3自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項3の発明は、請求項1又は2記載の3自由度回転システムに対して、第四のガイドレールが前記指示棒に取り付けられたことと、前記スライダが前記第四のガイドレールをスライドすることと、を特徴とする3自由度回転システムである。前記第四のガイドレールは、棒状であっても良いし、スリットを備えても良い。特に、この前記ガイドレールがこの前記スリットを備えた場合、この前記ガイドレールは、1枚の板から切り出されても良いし、少なくとも2本のワイヤを組み合わせで構成されても良い。さらに、この前記ガイドレールが傘状になることにより、この前記ガイドレールは強度を増すことができる。この前記ガイドレールは前記指示棒を中心に回転するので、この前記ガイドレールに沿って少なくとも1個の前記スライダがスライドすることにより、この指示棒の回転方向はこの前記指示棒から見たこの前記スライダの方向と一致する。したがって、この前記指示棒の向きと、この前記ガイドレールの向きを検出することにより、この前記指示棒の回転方向が正確に求められる。本発明は全ての前記土台を移動させることなく前記ロータを3自由度で回転させることができるので、3自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項4の発明は、球体の一部又は全部を含むロータと、指示棒と、少なくとも2個のスライダと、少なくとも1個の土台と、4個の軸と、6個の軸受けと、第一～第三の3個のガイドレールと、を含む3自由度回転システムであって、前記ロータが前記指示棒を備えたことと、2個の前記軸及び2個の前記軸受けを用いて、前記第一のガイドレールが前記土台に取り付けられたことと、残りの2個の前記軸及び残りの4個の前記軸受けを用いて、前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールが前記土台に取り付けられたことと、少なくとも2個の前記スライダが前記指示棒に取り付けられたか、又は連結されたことと、を特徴とし、前記指示棒を前記第一のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータが前記第一のガイドレールを支える2個の前記軸を中心にして回転する

ことと、少なくとも2個の前記スライダを、それぞれ前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータがこれらの前記ガイドレールを支える2個の前記軸を中心にして回転することと、少なくとも2個の前記スライダを、それぞれ前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータが前記指示棒を中心にして回転することと、を特徴とする3自由度回転システムである。

本発明は、前記ロータが3自由度で回転する3自由度回転システムの実施形態である。本発明では、前記第一のガイドレール、前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールは、主に前記ロータの中心に対して円弧状に形成され、これらの前記ガイドレールの回転に応じて前記ロータが回転すると共に、この前記ロータの回転に応じてこれらの前記ガイドレールが回転する。これらの前記ガイドレールの各々は、棒状であっても良いし、スリットを備えても良い。特に、これらの前記ガイドレールの各々がこの前記スリットを備えた場合、この前記ガイドレールは、1枚の板から切り出されても良いし、少なくとも2本のワイヤを組み合わせで構成されても良い。前記指示棒の延長線上に前記ロータの中心を通る向きで、この前記指示棒はこの前記ロータに取り付けられる。このとき、この前記指示棒はパイプ状であっても良い。さらに、この前記ロータは中空であっても良い。4個の前記軸は前記第一のガイドレール、前記第二のガイドレール、前記第三のガイドレール及び少なくとも1個の前記土台のうち、いずれに固定されても良い。さらにこれらの前記軸が前記土台に固定される場合、これらの前記軸はスペーサを介してこれらの前記土台に取り付けられていても良い。ただし、2組の前記軸を結んだ2本の回転軸は直交し、さらに、それぞれ前記ロータの中心を通るものとする。前記軸受けにはボールベアリングを用いることもできる。前記第一のガイドレールは2個の前記軸を中心にして回転するので、前記指示棒の向きがこの前記ガイドレールの向きと一致する。したがって、この前記ガイドレールの前記向きに応じて、前記ロータはこれらの前記軸を中心にして回転する。前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールは、それぞれ同じ2個の前記軸を中心にして回転する。しかしながら、これらの前記軸の各々には2個の前記軸受けが取り付けら

れるので、これらの前記ガイドレールはそれぞれ独立に回転することができる。さらにこのとき、これらの前記ガイドレールは入れ子状になっても良いし、又は互い違いになっても良い。また、これらの前記ガイドレールの両端は、各々の前記ガイドレールのうち円弧状の部分と前記土台が直交するように形成される。これにより、これらの前記ガイドレールがこれらの前記軸を通る回転軸を中心にして特定の角度を成す場合、これらの前記ガイドレールの間隔が場所に因らず一定となる。前記指示棒には少なくとも2個の前記スライダが向い合って取り付けられているか、又は連結されており、これらの前記スライダは、それぞれこれらの前記ガイドレールに沿ってスライドするので、これらの前記ガイドレールの前記間隔が長くなると、これらの前記スライダとこれらの前記ガイドレールが成す角度は90度に近づき、反対に、これらの前記ガイドレールの前記間隔が短くなると、これらの前記スライダとこれらの前記ガイドレールが成す角度は0度に近づく。したがって、これらの前記ガイドレールの前記間隔を変えることにより、前記指示棒を中心とする前記ロータの回転角度を変更することができる。さらに、これらの前記ガイドレールの前記間隔の中央にこの前記指示棒が位置するように、これらの前記スライダの位置を調整することにより、この前記指示棒の向きがこれらの前記ガイドレールの前記間隔の前記中央の前記向きと一致するので、この前記向きに応じて、前記ロータは、これらの前記ガイドレールを支える2個の前記軸を中心に回転する。本発明は全ての前記土台を移動させることなく前記ロータを3自由度で回転させることができるので、3自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項5の発明は、請求項4記載の3自由度回転システムにおいて、前記第一のガイドレールにスリットが開けられることにより、前記指示棒がこの前記スリットを通ることを特徴とする3自由度回転システムである。前記第一のガイドレールは、1枚の板から切り出されても良いし、少なくとも2本のワイヤを組み合わせで構成されても良い。前記第一のガイドレールは2個の前記軸を中心に回転するので、この前記ガイドレールに開けられた前記スリットを前記指示棒が通ることにより、この前記指示棒の向きがこの前記ガイドレールの向きと一致する。したがって、この前記ガイドレールの向きを検出することによ

り、この前記ガイドレールを支える2個の前記軸を中心としたこの前記指示棒の回転角度が正確に求められる。本発明は余計な手間を掛けずに前記指示棒の向きを決定することができるので、3自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項6の発明は、請求項4又は5記載の3自由度回転システムに対して、第四のガイドレール及び第五のガイドレールが前記指示棒に取り付けられたことと、2個の前記スライダが、それぞれこれらの前記ガイドレールをスライドすることと、を特徴とする3自由度回転システムである。前記第四のガイドレール及び前記第五のガイドレールは、棒状であっても良いし、スリットを備えても良い。特に、これらの前記ガイドレールがこの前記スリットを備えた場合、これらの前記ガイドレールは、1枚の板から切り出されても良いし、少なくとも2本のワイヤを組み合わせて構成されても良い。さらに、これらの前記ガイドレールが組み合わさって、傘状になることにより、これらの前記ガイドレールは強度を増すことができる。これらの前記ガイドレールは前記指示棒を中心に回転するので、これらの前記ガイドレールに沿って少なくとも2個の前記スライダがスライドすることにより、この指示棒の回転方向はこの前記指示棒から見た、少なくとも1個の前記スライダの方向と一致する。したがって、この前記指示棒の向きと、これらの前記ガイドレールの向きを検出することにより、この前記指示棒の回転方向が正確に求められる。本発明は全ての前記土台を移動させることなく前記ロータを3自由度で回転させることができるので、3自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項7の発明は、球体の一部又は全部を含むロータと、指示棒と、少なくとも2個のスライダと、少なくとも1個の土台と、4個の軸と、6個の軸受けと、第一～第三及び第六の4個のガイドレールと、を含む3自由度回転システムであって、前記ロータが前記指示棒を備えたことと、2個の前記軸及び2個の前記軸受けを用いて、前記第一のガイドレール及び前記第六のガイドレールが前記土台に取り付けられたことと、残りの2個の前記軸及び残りの4個の前記軸受けを用いて、前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールが前記土台に取り付けられたことと、少なくとも2個の前記スライダが前記指示棒に取り付けられたか、又は連結されたことと、を特徴とし、少なくとも2個の前記スラ

イダを、それぞれ前記第一のガイドレール及び前記第六のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータがこれらの前記ガイドレールを支える 2 個の前記軸を中心にして回転することと、少なくとも 2 個の前記スライダを、それぞれ前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータがこれらの前記ガイドレールを支える 2 個の前記軸を中心にして回転することと、少なくとも 2 個の前記スライダを、それぞれ前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータが前記指示棒を中心にして回転することと、を特徴とする 3 自由度回転システムである。

本発明は、前記ロータが 3 自由度で回転する 3 自由度回転システムの実施形態である。本発明では、前記第一のガイドレール、前記第二のガイドレール、前記第三のガイドレール及び前記第六のガイドレールは、主に前記ロータの中心に対して円弧状に形成され、これらの前記ガイドレールの回転に応じて前記ロータが回転すると共に、この前記ロータの回転に応じてこれらの前記ガイドレールが回転する。ただし、前記第一のガイドレールと前記第六のガイドレールは結合されているか、又は元々一つの材料から作られているものとする。これらの前記ガイドレールの各々は、棒状であっても良いし、スリットを備えても良い。特に、これらの前記ガイドレールの各々がこの前記スリットを備えた場合、この前記ガイドレールは、1 枚の板から切り出されても良いし、少なくとも 2 本のワイヤを組み合わせ構成されても良い。前記指示棒の延長線上に前記ロータの中心を通る向きで、この前記指示棒はこの前記ロータに取り付けられる。このとき、この前記指示棒はパイプ状であっても良い。さらに、この前記ロータは中空であっても良い。4 個の前記軸は前記第一のガイドレール、前記第二のガイドレール、前記第三のガイドレール及び少なくとも 1 個の前記土台のうち、いずれに固定されても良い。さらにこれらの前記軸が前記土台に固定される場合、これらの前記軸はスペーサを介してこれらの前記土台に取り付けられていても良い。ただし、2 組の前記軸を結んだ 2 本の回転軸は直交し、さらに、それぞれ前記ロータの中心を通るものとする。前記軸受けにはボールベアリングを用いることもできる。前記第一のガイドレール及び前記第六のガイドレールは、2 個の前記軸を中心に一緒

に回転するので、これらの前記ガイドレールの間隔の中央にこの前記指示棒が位置するように、これらの前記ガイドレールの位置を調整することにより、この前記指示棒の向きがこれらの前記ガイドレールの前記間隔の前記中央の前記向きと一致する。したがって、この前記向きに応じて、前記ロータはこれらの前記軸を中心に回転する。前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールは、それぞれ同じ 2 個の前記軸を中心に回転する。しかしながら、これらの前記軸の各々には 2 個の前記軸受けが取り付けられるので、これらの前記ガイドレールはそれぞれ独立に回転することができる。さらにこのとき、これらの前記ガイドレールは入れ子状になっても良いし、又は互い違いになっても良い。また、これらの前記ガイドレールの両端は、各々の前記ガイドレールのうち円弧状の部分と前記土台が直交するように形成される。これにより、これらの前記ガイドレールがこれらの前記軸を通る回転軸を中心にして特定の角度を成す場合、これらの前記ガイドレールの間隔が場所に因らず一定となる。前記指示棒には少なくとも 2 個の前記スライダが向い合っており取り付けられているか、又は連結されており、これらの前記スライダは、それぞれこれらの前記ガイドレールに沿ってスライドするので、これらの前記ガイドレールの前記間隔が長くなると、これらの前記スライダとこれらの前記ガイドレールが成す角度は 90 度に近づき、反対に、これらの前記ガイドレールの前記間隔が短くなると、これらの前記スライダとこれらの前記ガイドレールが成す角度は 0 度に近づく。したがって、これらの前記ガイドレールの前記間隔を変えることにより、前記指示棒を中心とする前記ロータの回転角度を変更することができる。さらに、これらの前記ガイドレールの前記間隔の中央にこの前記指示棒が位置するように、これらの前記スライダの位置を調整することにより、この前記指示棒の向きがこれらの前記ガイドレールの前記間隔の前記中央の前記向きと一致するので、この前記向きに応じて、前記ロータは、これらの前記ガイドレールを支える 2 個の前記軸を中心に回転する。本発明は全ての前記土台を移動させることなく前記ロータを 3 自由度で回転させることができるので、3 自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項 8 の発明は、請求項 7 記載の 3 自由度回転システムにおいて、前記第一のガイド

レール及び前記第六のガイドレールにスリットが開けられることにより、少なくとも2個の前記スライダが、それぞれこれらの前記スリットを通ることを特徴とする3自由度回転システムである。前記第一のガイドレール及び前記第六のガイドレールは、それぞれ1枚の板から切り出されても良いし、少なくとも2本のワイヤを組み合わせで構成されても良い。ただし、これらのガイドレールは2個の前記軸を中心に一緒に回転するものとする。これらの前記ガイドレールはこれらの前記軸を中心に回転するので、少なくとも2個の前記スライダが、それぞれこれらの前記ガイドレールに開けられた前記スリットを通り、さらにこれらの前記スライダの中央に前記指示棒が位置することにより、この前記指示棒の向きがこれらの前記ガイドレールの向きと一致する。したがって、これらの前記ガイドレールの向きを検出することにより、これらの前記ガイドレールを支える2個の前記軸を中心としたこの前記指示棒の回転角度が正確に求められる。本発明は余計な手間を掛けずに前記指示棒の向きを決定することができるので、3自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項9の発明は、請求項7又は8記載の3自由度回転システムに対して、第四のガイドレール及び第五のガイドレールが前記指示棒に取り付けられたことと、2個の前記スライダが、それぞれこれらの前記ガイドレールをスライドすることと、を特徴とする3自由度回転システムである。前記第四のガイドレール及び前記第五のガイドレールは、棒状であっても良いし、スリットを備えても良い。特に、これらの前記ガイドレールがこの前記スリットを備えた場合、これらの前記ガイドレールは、1枚の板から切り出されても良いし、少なくとも2本のワイヤを組み合わせで構成されても良い。さらに、これらの前記ガイドレールが組み合わさって、傘状になることにより、これらの前記ガイドレールは強度を増すことができる。これらの前記ガイドレールは前記指示棒を中心に回転するので、これらの前記ガイドレールに沿って少なくとも2個の前記スライダがスライドすることにより、この指示棒の回転方向はこの前記指示棒から見た、少なくとも1個の前記スライダの方向と一致する。したがって、この前記指示棒の向きと、これらの前記ガイドレールの向きを検出することにより、この前記指示棒の回転方向が正確に求められる。本発明は全て

の前記土台を移動させることなく前記ロータを 3 自由度で回転させることができるので、3 自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項 10 の発明は、請求項 1 ～ 9 のうちいずれか 1 項に記載の 3 自由度回転システムにおいて、前記指示棒がパイプであることと、前記指示棒の中を少なくとも 1 本のワイヤが通ることと、を特徴とする 3 自由度回転システムである。本発明では、前記ロータは前記球体であるか、又はこの前記球体の一部であり、さらにこの前記球体の内部は中空であっても良い。前記ロータには電子部品か機械部品が取り付けられ、少なくとも 1 本の前記ワイヤが、この前記電子部品及びこの前記機械部品に接続される。このとき、この前記電子部品に接続されたこれらの前記ワイヤのうち、少なくとも 1 本は電線である。これにより、これらの前記ワイヤは、全ての前記ガイドレールに絡まることなく、この前記ロータから外部に取り出すことができる。本発明は、前記ロータの向きに関係なく、全ての前記ワイヤをこの前記ロータから取り出すことができるので、3 自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項 11 の発明は、請求項 1 ～ 10 のうちいずれか 1 項に記載の 3 自由度回転システムであって、全ての前記軸が 2 個ずつ向い合うように少なくとも 1 個の前記土台に取り付けられることを特徴とする 3 自由度回転システムである。4 個の前記軸は前記土台に埋め込まれていても良いし、少なくとも 1 個の前記土台から切り出されていても良いし、又はスペーサを介して取り付けられていても良い。ただし、2 組の前記軸を結んだ 2 本の回転軸は直交し、さらに、それぞれ前記ロータの中心を通るものとする。前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールの両端には、それぞれ 1 個の前記軸受けが取り付けられているか又は形成されており、それぞれ対応する 2 個の前記軸に接続されている。したがって、これらの前記ガイドレールはそれぞれ独立に回転することができる。前記第一のガイドレール、前記第四のガイドレール及び前記第五のガイドレールのうち少なくとも 1 個の両端には、2 個の前記軸受けが取り付けられているか又は形成されており、それぞれ対応する 2 個の前記軸受けに接続されている。本発明は全ての前記土台を移動させることなく前記ロータを 3 自由度で回転させることができるので、3 自由度回転システムに

関する諸問題が好適に解決される。

請求項 1 2 の発明は、請求項 1 ～ 1 0 のうちいずれか 1 項に記載の 3 自由度回転システムであって、4 個の前記軸受けが 2 個ずつ向い合うように少なくとも 1 個の前記土台に取り付けられることと、前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールの一端に備えられた 2 個の前記軸が、それぞれ前記土台に取り付けられた 2 個の前記軸受けに取り付けられることと、前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールの別の一端に備えられた 2 個の前記軸受けが、それぞれ前記第三のガイドレール及び前記第二のガイドレールの前記軸に取り付けられることと、を特徴とする 3 自由度回転システムである。4 個の前記軸受けは少なくとも 1 個の前記土台から形成されても良いし、スペーサを介して取り付けられていても良い。ただし、これらの前記軸受けに接続される 2 組の前記軸を結んだ 2 本の回転軸は直交し、さらに、それぞれ前記ロータの中心を通るものとする。前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールの前記一端には、それぞれ 1 個の前記軸が取り付けられているか又は形成されており、それぞれ対応する 2 個の前記軸受けに接続されている。しかもそれぞれの前記ガイドレールの両端のうち前記軸がない方には前記軸受けが取り付けられているか又は形成されており、対応する前記軸が貫通することにより、これらの前記ガイドレールはそれぞれ独立に回転することができる。前記第一のガイドレール、前記第四のガイドレール及び前記第五のガイドレールのうち少なくとも 1 個の両端には、2 個の前記軸が取り付けられているか又は形成されており、それぞれ対応する 2 個の前記軸受けに接続されている。本発明は全ての前記土台を移動させることなく前記ロータを 3 自由度で回転させることができるので、3 自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項 1 3 の発明は、請求項 1 ～ 1 0 のうちいずれか 1 項に記載の 3 自由度回転システムであって、4 個の前記軸受けが 2 個ずつ向い合うように少なくとも 1 個の前記土台に取り付けられることと、前記第二のガイドレールの両端に備えられた 2 個の前記軸が、それぞれ前記土台に取り付けられた 2 個の前記軸受けに取り付けられることと、前記第三のガイドレールの両端に備えられた 2 個の前記軸受けが、それぞれ前記第二のガイドレールの

前記軸に取り付けられることと、を特徴とする 3 自由度回転システムである。4 個の前記軸受けは少なくとも 1 個の前記土台から形成されても良いし、スペーサを介して取り付けられていても良い。ただし、これらの前記軸受けに接続される 2 組の前記軸を結んだ 2 本の回転軸は直交し、さらに、それぞれ前記ロータの中心を通るものとする。前記第二のガイドレールの前記両端には、それぞれ 1 個の前記軸が取り付けられているか又は形成されており、それぞれ対応する 2 個の前記軸受けに接続されている。また前記第三のガイドレールの前記両端には、それぞれ 1 個の前記軸受けが取り付けられているか又は形成されており、対応する前記軸が貫通することにより、これらの前記ガイドレールはそれぞれ独立に回転することができる。前記第一のガイドレール、前記第四のガイドレール及び前記第五のガイドレールのうち少なくとも 1 個の両端には、2 個の前記軸が取り付けられているか又は形成されており、それぞれ対応する 2 個の前記軸受けに接続されている。本発明は全ての前記土台を移動させることなく前記ロータを 3 自由度で回転させることができるので、3 自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項 14 の発明は、請求項 1 ～ 13 のうちいずれか 1 項に記載の 3 自由度回転システムに対して、少なくとも 1 個のエンコーダが、前記ガイドレール、前記軸及び前記軸受けのうち少なくとも 1 つの回転角度を検出することにより、前記ロータの向きを検出することを特徴とする 3 自由度回転システムである。前記エンコーダは、前記ガイドレール、前記軸及び前記軸受けのうち少なくとも 1 個の前記回転角度を検出することにより、対応する前記ガイドレールの前記回転角度を検出することができる。このとき、前記エンコーダは少なくとも 1 個の前記土台に直接固定されても良いし、スペーサ及び筐体を介してこれらの前記土台と接続されても良い。本発明は、3 個の前記エンコーダを用いた場合でも、これらの前記エンコーダを移動させることなく前記ロータの向きを検出することができるので、3 自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項 15 の発明は、請求項 14 記載の 3 自由度回転システムに対して、少なくとも 1 個の前記エンコーダが複数の歯車を介して、前記ガイドレール、前記軸及び前記軸受けのうち少なくとも 1 個に連結することにより、前記ロータの前記向きを検出することを特徴

とする3自由度回転システムである。複数の前記歯車には、平歯車、かさ歯車、円筒ギア及びウォームギアなどが用いられる。これらの前記歯車を組み合わせることにより、前記ガイドレールの前記回転角度を高精度に検出することができる。ただし、これらの前記歯車のうち少なくとも1個の中心は、この前記ガイドレールに対応する前記軸と重なるように取り付けられるものとする。本発明は、3個の前記エンコーダを用いた場合でも、これらの前記エンコーダを移動させることなく前記ロータの向きを高精度に検出することができるので、3自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項16の発明は、請求項14又は請求項15記載の3自由度回転システムに対して、少なくとも1個の前記エンコーダの各々が1個のアクチュエータを備えたことを特徴とする3自由度回転システムである。1個の前記エンコーダと1個の前記アクチュエータが同じ回転子を共有することにより、この前記エンコーダが検出した前記ガイドレールの前記回転角度に応じて、前記アクチュエータはこの前記ガイドレールの前記回転角度を変更することができる。本発明は、3個の前記エンコーダ及び3個の前記アクチュエータを用いた場合でも、これらの前記エンコーダ及びこれらの前記アクチュエータを移動させることなく前記ロータの向きを高精度に検出することができるので、3自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項17の発明は、請求項1～13のうちいずれか1項に記載の3自由度回転システムに対して、少なくとも1個のアクチュエータが、前記ガイドレール、前記軸及び前記軸受けのうち少なくとも1個を回転させることにより、前記ロータを回転させることを特徴とする3自由度回転システムである。前記アクチュエータは、前記ガイドレール、前記軸及び前記軸受けのうち少なくとも1個を前記軸を中心に回転させることにより、対応する前記ガイドレールを回転させることができる。このとき、前記アクチュエータは少なくとも1個の前記土台に直接固定されても良いし、スペーサ及び筐体を介してこれらの前記土台と接続されても良い。本発明は、3個の前記アクチュエータを用いた場合でも、これらの前記アクチュエータを移動させることなく前記ロータを3自由度で回転させることができるので、3自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項 18 の発明は、請求項 17 記載の 3 自由度回転システムに対して、少なくとも 1 個の前記アクチュエータが複数の歯車を介して、前記ガイドレール、前記軸及び前記軸受けのうち少なくとも 1 個に連結することにより、前記ロータを回転させることを特徴とする 3 自由度回転システムである。複数の前記歯車には、平歯車、かさ歯車、円筒ギア及びウォームギアなどが用いられる。これらの前記歯車を組み合わせることにより、前記アクチュエータは小さなトルクで、しかも前記ガイドレールを高精度に回転させることができる。ただし、これらの前記歯車のうち少なくとも 1 個の中心は、この前記ガイドレールに対応する前記軸と重なるように取り付けられるものとする。本発明は、3 個の前記アクチュエータを用いた場合でも、これらの前記アクチュエータを移動させることなく前記ロータの向きを高精度に回転させることができるので、3 自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項 19 の発明は、請求項 14、15 又は 16 記載の 3 自由度回転システムに対して、少なくとも 1 個の前記エンコーダが、コンピュータシステムに接続されることにより、前記コンピュータシステムが前記ロータの回転角度を計算することを特徴とする 3 自由度回転システムである。前記コンピュータシステムは、少なくとも 1 個の前記エンコーダから出力される、前記ガイドレール、前記軸及び前記軸受けのうち少なくとも 1 つの回転角度に対応した電気信号を入力する。これにより、前記エンコーダの前記電気信号が、前記ロータの前記回転角度に対して比例しなくても、前記コンピュータシステムは、数式及び表を用いて、この前記電気信号からこの前記回転角度を計算することができる。本発明は、前記指示棒の位置に応じて発生する、前記エンコーダの前記電気信号と前記ロータの前記回転角度の間のずれを補正することができるので、3 自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項 20 の発明は、請求項 16、17 又は 18 記載の 3 自由度回転システムに対して、少なくとも 1 個の前記アクチュエータが、コンピュータシステムに接続されることにより、前記コンピュータシステムが前記ロータを回転させることを特徴とする 3 自由度回転システムである。少なくとも 1 個の前記アクチュエータは、前記コンピュータシステム

が出力する電気信号を入力する。これにより、前記コンピュータシステムの前記電気信号が、前記ロータの前記回転角度に対して比例しなくても、前記コンピュータシステムは、数式及び表を用いて、この前記回転角度を計算する。本発明は、前記指示棒の位置に応じて発生する、前記コンピュータシステムの前記電気信号と前記ロータの前記回転角度の間のずれを補正することができるので、3自由度回転システムに関する諸問題が好適に解決される。

請求項21の発明は、請求項20記載の3自由度回転システムに対して、前記指示棒と反対方向を撮影するカメラが前記ロータに埋め込まれたことを特徴とする人工眼球である。前記カメラのレンズが前記指示棒と反対方向に向き、しかもこの前記レンズの前記光軸が前記指示棒を通るように、この前記カメラは前記ロータに埋め込まれる。さらに、この前記カメラの電線は、パイプ状の前記指示棒の中を通って外部に取り出される。したがって、この前記カメラは外部からの指示により広範囲を撮影することができる。本発明は、前記コンピュータシステムを用いて、前記カメラの前記光軸の向きを制御することができるので、人工眼球に関する諸問題が好適に解決される。

請求項22の発明は、請求項21記載の人工眼球において、前記コンピュータシステムが、前記カメラによって撮影された画像を記憶することと、前記画像の各画素の順番を入れ替えて出力することと、により、前記画像が回転することを特徴とする人工眼球である。前記コンピュータシステムは、3自由度回転システムを用いることにより、前記カメラの光軸を中心にして約90度まで前記画像を回転させることができる。さらに、この前記コンピュータシステムは、この前記画像の各画素の順番を変えることにより、アフィン変換をすることなく、この前記画像を90度単位で360度回転させることができる。したがって、この前記コンピュータシステムは、特別な画像処理システムを用いることなく、この前記画像をほぼ360度回転させることができる。本発明は、この特別な前記画像処理システムを用いることなく、前記カメラが撮影した前記画像を任意の角度で回転させることができるので、人工眼球に関する諸問題が好適に解決される。

図面の簡単な説明

第1図は、第二ガイドレール及び第三ガイドレールが互い違いで土台に取り付けられた3自由度回転システムの説明図である。

第2図は、第二ガイドレールの外側になるように第三ガイドレールが土台に取り付けられた3自由度回転システムの説明図である。

第3図は、土台に取り付けられた第一ガイドレールの説明図である。

第4図は、第一ガイドレールのスリットを通る指示棒の説明図である。

第5図は、スペーサを介して土台に取り付けられた第一ガイドレールの説明図である。

第6図は、スペーサを介して2個の土台に挟まれたロータの説明図である。

第7図は、スライダの末端が外側に曲げられている場合の説明図である

第8図は、第三ガイドレールのスリットを通るスライダの説明図である。

第9図は、コの字形に曲げられた第三ガイドレールの説明図である。

第10図は、スライダの末端が内側に曲げられている場合の説明図である

第11図は、第7図に対して、スライダの末端に止め具が取り付けられている場合の説明図である

第12図は、指示棒に取り付けられた第四ガイドレールのスリットに沿ってスライダがスライドする3自由度回転システムの説明図である。

第13図は、スリットを開けられた第四ガイドレールが指示棒に取り付けられた場合の説明図である。

第14図は、傘状の第四ガイドレールが指示棒に取り付けられた場合の説明図である。

第15図は、パイプスライダが棒状の第四ガイドレールをスライドする場合の説明図である。

第16図は、パイプスライダにスライダが取り付けられた場合の説明図である。

第17図は、第1図に対して、2個のパイプスライダが、それぞれ棒状の第三ガイドレール及び第四ガイドレールに沿ってスライドする場合の説明図である。

第18図は、パイプスライダが、棒状の第四ガイドレールに沿ってスライドし、このパ

イプスライダに1個のパイプスライダが連結軸によって連結された場合の説明図である。

第19図は、パイプスライダが、棒状の第三ガイドレールに沿ってスライドし、このパイプスライダに取り付けられたスライダが第四ガイドレールに沿ってスライドする場合の説明図である。

第20図は、スライダにパイプスライダが取り付けられた場合の説明図である。

第21図は、2個のスライダの末端が外側に曲げられている場合の説明図である。

第22図は、第二ガイドレールのスリットを通るスライダの説明図である。

第23図は、土台に取り付けられた第二ガイドレールの説明図である。

第24図は、第三ガイドレールのスリットを通るスライダの説明図である。

第25図は、2個のスライダの末端が内側に曲げられている場合の説明図である。

第26図は、第二ガイドレール及び第三ガイドレールが互い違いで土台に取り付けられた3自由度回転システムの説明図である。

第27図は、第二ガイドレールの外側になるように第三ガイドレールが土台に取り付けられた3自由度回転システムの説明図である。

第28図は、第四ガイドレール及び第五ガイドレールが指示棒に取り付けられている場合の説明図である。

第29図は、第一ガイドレール及び第六ガイドレールが一体となって土台に取り付けられた3自由度回転システムの説明図である。

第30図は、第四ガイドレール及び第五ガイドレールが傘状に形成された場合の説明図である。

第31図は、第29図に対して、2対のスライダがそれぞれ連結棒によって連結された場合の説明図である。

第32図は、第29図に対して、第一ガイドレール及び第六ガイドレールがそれぞれ個別に土台に取り付けられた場合の説明図である。

第33図は、第29図に対して、2個のパイプスライダが、それぞれ棒状の第二ガイドレール及び第三ガイドレールに沿ってスライドする場合の説明図である。

第34図は、第33図に対して、2個のパイプスライダが、それぞれ棒状の第一ガイドレール及び第六ガイドレールに沿ってスライドする場合の説明図である。

第35図は、第34図に対して、2個のパイプスライダが、それぞれ棒状の第四ガイドレール及び第五ガイドレールに沿ってスライドする場合の説明図である。

第36図は、2個のパイプスライダが、それぞれ棒状の第四ガイドレール及び第五ガイドレールに沿ってスライドし、各々のパイプスライダに2個のパイプスライダが連結軸によって連結された場合の説明図である。

第37図は、第26図に対して、第一ガイドレール、第二ガイドレール及び第三ガイドレールに直接エンコーダが接続された場合の説明図である。

第38図は、第26図に対して、第一ガイドレール、第二ガイドレール及び第三ガイドレールに取り付けられた歯車の説明図である。

第39図は、第26図に対して、第一ガイドレール、第二ガイドレール及び第三ガイドレールに取り付けられた歯車を介してエンコーダが接続された場合の説明図である。

第40図は、カメラがロータに埋め込まれた人工眼球の説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の第一ガイドレール11、第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13を利用した3自由度回転システム(3 degree-of-freedom rotation system)の実施形態を挙げ、図面を参照して説明する。

第1図及び第2図に示すように、3自由度回転システムの基本構造は、球状のロータ1及び円形に割り貫かれた土台2を組み合わせた球面軸受け構造である。このロータ1には指示棒3が取り付けられている。さらに、この土台2には、第一ガイドレール11が取り付けられた2個の軸4と、第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13が取り付けられた2個の軸4と、が互いに直行するように取り付けられている。そこで、この第一ガイ

ドレール 1 1 と、この第二ガイドレール 1 2 及びこの第三ガイドレール 1 3 とが交差する場所に、この指示棒 3 を配置することにより、この指示棒 3 はこれらのガイドレールに沿って移動することができる。つまり、このロータ 1 は、この指示棒 3 の向きに応じて 3 自由度に回転することができる。以下では、図面を参照しながら、3 自由度回転システムの個々のパーツの機能について説明する。

まず、ロータ 1 と、回転軸 6 を中心に回転する第一ガイドレール 1 1 と、が第 3 図及び第 4 図に示されている。第 3 図から明らかなように、このロータ 1 の中心がこの回転軸 6 上に位置するように、このロータ 1 が土台 2 の中央に配置され、2 個の軸 4 がこの回転軸 6 上で向い合うように、この土台 2 に取り付けられている。このとき、この土台 2 の中心部分は円形に形成され、このロータ 1 が自由に回転できるようになっている。ただし、この土台 2 の外形は任意で良い。第一ガイドレール 1 1 の両端には、それぞれ軸受け 5 が取り付けられているか、又は形成されており、この第一ガイドレール 1 1 がこのロータ 1 の表面に沿って円弧状に湾曲するように、これらの軸受け 5 が、それぞれ対応する軸 4 に取り付けられている。そのため、この第一ガイドレール 1 1 は、この回転軸 6 を中心に回転することができる。なお、これらの軸受け 5 にボールベアリングが用いられても良い。

さらに、第 4 図から明らかなように、指示棒 3 の延長線がこのロータ 1 の中心を通るように、この指示棒 3 がこのロータ 1 に取り付けられているか、又は形成されている。また、この第一ガイドレール 1 1 にはスリット 2 1 が開けられており、この指示棒 3 がこのスリット 2 1 の中をスライドすることができる。したがって、このロータ 1 がこの回転軸 6 を中心に回転した場合、この指示棒 3 がこの第一ガイドレール 1 1 を押すことにより、この第一ガイドレール 1 1 も、このロータ 1 と同じ回転角度だけ、この回転軸 6 を中心に回転する。反対に、この第一ガイドレール 1 1 がこの回転軸 6 を中心に回転した場合、この第一ガイドレール 1 1 がこの指示棒 3 を押すことにより、このロータ 1 も、この第一ガイドレール 1 1 と同じ回転角度だけ、この回転軸 6 を中心に回転する。

しかしながら、このロータ 1 がこのスリット 2 1 の長手方向に沿って回転した場合、この指示棒 3 がこのスリット 2 1 の中を単にスライドするため、この第一ガイドレール 1 1

は回転しない。したがって、この指示棒3がこのスリット21の末端に到達するまで、このロータ1は回転することができる。さらに、このロータ1がこの指示棒3を中心軸として回転した場合、この指示棒3がこの第一ガイドレール11に力を加えないため、この第一ガイドレール11は回転しない。したがって、このロータ1は、この指示棒3を中心軸として無限に回転することができる。

ところで、第3図及び第4図では、土台2が丁度ロータ1の中央に配置されていたが、これではこのロータ1は不安定になり、この土台2から簡単に外れてしまう。そこで第5図に示すように、この土台2の位置を回転軸6からずらし、さらに、各々の軸4をスペーサ7によってこの土台2に固定することにより、この土台2がこのロータ1を支えることができる。加えて、この土台2が指示棒3の邪魔にならないので、第一ガイドレール11は180度以上回転することができる。ただし、この土台2の中心部分はこのロータ1の接触面に合わせて円形に形成され、さらにこのロータ1とこの土台2の間の摩擦が極力小さくなるように、それぞれの接触面は加工されるものとする。

もっとも、このままではこのロータ1はこの土台2の中で飛び跳ねてしまうので、第6図に示すように、このロータ1を2個の土台2に挟むことにより、このロータ1は安定することができる。また、このようにすれば、3自由度回転システムの組み立ても容易となる。このとき、このロータ1及びこの土台2の間に多数の転動体（一般にはボール）を配置することにより、このロータ1とこの土台2の間の摩擦を極端に小さくすることができるし、このロータ1の振動を抑えることもできる。

さて、ここまでは、1個の第一ガイドレール11を用いた3自由度回転システムについて説明してきた。しかしながら、このシステムでは、ロータ1の3つの回転軸6のうち、1つの回転軸6を中心とした回転角度しか検出することはできない。ただし、第二ガイドレール12の回転軸6が第一ガイドレール11の回転軸6と直交するように、第8図に示す第二ガイドレール12を土台2に取り付ければ、ロータ1の3つの回転軸6のうち、2つを中心とした回転角度を検出できることは自明である。そこで以下では、第三ガイドレール13を用いて、ロータ1の3つの回転軸6のうち、残りの1つを中心とした回転角

度を検出する方法について説明する。

まず、第7図に示すように、末端が外側に曲げられたスライダ22を指示棒3に取り付ける。このとき、このスライダ22のうち、この指示棒3に取り付けられた部分は任意の断面を有すると共に、これらの部分をロータ1の表面に沿って円弧状に湾曲させておく和良好的。一方で、このスライダ22の末端は棒状である。次に、第8図に示すように、第三ガイドレール13のスリット21にこのスライダ22を通した後で、第二ガイドレール12と同じ回転軸6に取り付ける。このとき、この土台2とこのスリット21が直交するように、この第三ガイドレール13の取付部27とこのスリット21が形成されることが望ましい。なお、第8図では、このスリット21とこの取付部27が成す角度 τ が90度になる場合を示しているが、この角度 τ が90度を越えるように設計されるならば、この第三ガイドレール13の回転時に、この取付部27がこの土台2の下側に大きくはみ出すのを防ぐことができる。さらに、このスリット21は、このスライダ22が滑らかにスライドするように、外側に向けて傾けられていると良い。最後に、これらのガイドレールは、入れ子状になるように、この土台2に取り付けられても良いし、また互い違いになるように、この土台2に取り付けられても良い。

さて、第8図に示すように、第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13が平行になる場合、スライダ22が、この第三ガイドレール13のスリット21の中をスライドすることにより、指示棒3もこれらのガイドレールに平行して移動することができる。しかもこれらのガイドレールの間隔が一定であるため、この指示棒3はその延長線に対して回転することはない。そこで、この間隔が一定のままで、これらのガイドレールが2個の軸4を通る回転軸6を中心に回転する場合を考える。このとき、このロータ1がこの回転軸6を中心に回転すれば、この指示棒3が第二ガイドレール12を押したり引いたりすることにより、このガイドレールもこのロータ1と同じ回転角度だけ、この回転軸6を中心に回転する。反対に、このガイドレールがこの回転軸6を中心に回転した場合、このガイドレールがこの指示棒3を押したり引いたりすることにより、このロータ1も、このガイドレールと同じ回転角度だけ、この回転軸6を中心に回転する。

ここで、第二ガイドレール 1 2 及び第三ガイドレール 1 3 が独立して回転する場合を考える。このとき、これらのガイドレールの間隔は広くなったり狭くなったりする。そこで、スライダ 2 2 の剛性により、これらのガイドレールの間隔が広がった場合、このスライダ 2 2 と、これらのガイドレールと、が成す角度 θ （第 1 図及び第 2 図参照）が 90 度に近づく方向に、指示棒 3 が回転する。反対に、これらのガイドレールの間隔が狭くなった場合、このスライダ 2 2 と、これらのガイドレールと、が成す角度 θ が 0 度に近づく方向に、この指示棒 3 が回転する。したがって、ロータ 1 がこの指示棒 3 の延長線に対して回転した場合、回転方向に応じて、これらのガイドレールが成す角度が大きくなったり小さくなったりする。また、これらのガイドレールが成す角度を大きくしたり、小さくすることにより、このロータ 1 をこの指示棒 3 の延長線に対して回転させることもできる。このとき、このロータ 1 は、これらのガイドレールに対して 0 度～180 度の範囲で回転することができる。しかしながら、これらのガイドレールの回転角度の差分だけを用いた場合、0 度～90 度の範囲でしか回転角度を特定することができない。ただし、これらのガイドレールが共に第 4 図に示すような形状であり、これらのガイドレールが入れ子状に土台 2 に取り付けられ、さらに外側のガイドレールが指示棒 3 を跨ぐことができる場合に限り、0 度～180 度の範囲で回転角度を特定することができる。

さて、ここで、第二ガイドレール 1 2 及び第三ガイドレール 1 3 が独立に回転する場合、これらのガイドレールの回転角度の差分が一定であっても、指示棒 3 の位置に応じて、これらのガイドレールの間隔が変化するという問題が生じる。コンピュータシステムなどを用いて、これらの変化を補正することができれば特に問題はないが、さもなくば、何らかの補正手段が必要になる。そこで、これらのガイドレールのスリット 2 1 を土台 2 と平行にするために、第 9 図に示すように、コの字形に折り曲げられた第三ガイドレール 1 3 が用いられる。なお、第二ガイドレール 1 2 も同様にコの字形に曲げられているものとする。これらのガイドレールをこのように曲げることにより、これらのガイドレールが回転軸 6 を中心にして独立に回転しても、これらのガイドレールは、この回転軸 6 を中心とする円弧に沿って平行移動する。したがって、これらのガイドレールの回転角度の差分が

一定であれば、この指示棒 3 の位置に関係なくこれらのガイドレールの間隔も一定となる。ただし、この指示棒 3 の移動範囲は狭くなる。

なお、ここまでは、第 7 図に示すような、外側に曲げられたスライダ 2 2 を用いた場合について説明したが、代りに、第 10 図に示すような、内側に曲げられたスライダ 2 2 を用いても良い。この場合、このスライダ 2 2 は、第三ガイドレール 1 3 の外側から、これらのスリット 2 1 を通るものとする。また、第 11 図に示すように、スライダ 2 2 の末端に止め具を取り付けることにより、このスライダ 2 2 がこの第三ガイドレール 1 3 のスリット 2 1 から外れることを防ぐこともできる。

そこで、第 1 図及び第 2 図に示すように、請求項 1 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、直交する第一ガイドレール 1 1 と、第二ガイドレール 1 2 及び第三ガイドレール 1 3 と、有する。特に、請求項 1 1 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、全ての軸 4 が土台 2 に取り付けられている。なお、第 1 図では、この第二ガイドレール 1 2 及びこの第三ガイドレール 1 3 が互い違いにこの土台 2 に取り付けられている。また、第 2 図では、これらのガイドレールが入れ子状にこの土台 2 に取り付けられている。第 1 図及び第 2 図では、第 21 図に示すようなスライダ 2 2 が用いられているので、この第二ガイドレール 1 2 及びこの第三ガイドレール 1 3 の内側に第一ガイドレール 1 1 が取り付けられている。この理由は、これらのスライダ 2 2 の末端がこの第一ガイドレール 1 1 に引っ掛かるのを防ぐためである。したがって、第 25 図に示すようなスライダ 2 2 が用いられた場合、この第二ガイドレール 1 2 及びこの第三ガイドレール 1 3 の外側に第一ガイドレール 1 1 を取り付けた方が良い。さらに、第 1 図及び第 2 図に示すように、この第二ガイドレール 1 2 及びこの第三ガイドレール 1 3 が平行になるときに、このスライダ 2 2 がこれらのガイドレールに対して 45 度傾くように、これらのガイドレールが土台 2 に取り付けられたものとする。このとき、これらのガイドレールの回転角度の差分から、指示棒 3 の延長線を中心としたロータ 1 の回転角度を簡単に計算することができる。

なお、ここまでは、4 個の軸 4 が土台 2 に埋め込まれた場合か、又はこの土台 2 から切

り出された場合について説明してきた。しかしながら、これらの軸 4 のうち少なくとも 1 個が、第一ガイドレール 1 1、第二ガイドレール 1 2 及び第三ガイドレール 1 3 のうちのいずれか 1 端に取り付けられたか、又は形成されても良い。この場合、この土台 2 に取り付けられるべき少なくとも 1 個の軸 4 の位置には、少なくとも 1 個の軸受け 5 が取り付けられる。ここで、この土台 2 に取り付けられた軸受け 5 にボールベアリングを用いることにより、これらのガイドレールのうち、これらの軸 4 が取り付けられたものは、土台 2 から外れ難くなると共に、3 自由度回転システムの組み立てが容易となる。特に、請求項 1 2 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、第二ガイドレール 1 2 及び第三ガイドレール 1 3 が互い違いになっているときに効果を発揮し、一方で、請求項 1 3 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、第二ガイドレール 1 2 及び第三ガイドレール 1 3 が入れ子状になっているときに効果を発揮する。

さて、請求項 1 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、少ない部品点数でロータ 1 を回転させることができるけれども、スライダ 2 2 の形状が複雑であるという問題がある。したがって、この 3 自由度回転システムがこのロータ 1 を安定的に回転させるためには、高い精度で加工されたスライダ 2 2 が必要となり、結果としてこの 3 自由度回転システムは高価となる。そこで以下では、複雑な形をしたこのスライダ 2 2 を用いない 3 自由度回転システムについて説明する。

まず、第 1 2 図に示すように、ロータ 1 の表面に沿って円弧状に湾曲された第四ガイドレール 1 4 が指示棒 3 に取り付けられたものとする。この第四ガイドレール 1 4 にはスリット 2 1 が開けられ、このスリット 2 1 の中をスライダ 2 2 がスライドする。ただし、このスライダ 2 2 の両端は膨らむように加工されているか、又は第 1 3 図に示すように、この両端に止め具 2 3 が取り付けられている。これにより、このスライダ 2 2 はこのスリット 2 1 から外れなくなる。

そこで、第 1 2 図に示すように、請求項 3 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、第三ガイドレール 1 3 及び第四ガイドレール 1 4 の交点にスライダ 2 2 が取り付けられる。このとき、このスライダ 2 2 の延長線がロータ 1 の中心を通るように、こ

これらのガイドレールの傾きが調節されるならば、このスライダ 2 2 はこれらのガイドレールに対して常に垂直になるので、このスライダ 2 2 はこれらのガイドレールのスリット 2 1 の中を滑らかにスライドすることができる。したがって、第一ガイドレール 1 1 が、対応する 2 個の軸 4 に対して回転することにより、このスライダ 2 2 はこの第三ガイドレール 1 3 のスリット 2 1 の中をスライドするので、このロータ 1 もこれらの軸 4 に対して回転することができる。また、この第二ガイドレール 1 2 が、対応する 2 個の軸 4 に対して回転することにより、この第三ガイドレール 1 3 も一緒に回転するので、このロータ 1 もこれらの軸 4 に対して回転することができる。さらに、この第二ガイドレール 1 2 及びこの第三ガイドレール 1 3 の間隔を変えることにより、このスライダ 2 2 はこの第四ガイドレール 1 4 のスリット 2 1 の中をスライドするので、このロータ 1 は指示棒 3 に対して回転することができる。

ところで、このスライダ 2 2 の場所では、これらのスリット 2 1 は二重に重なるので、これらのガイドレールのうち少なくとも 1 個が、それぞれの軸 4 を中心に回転する場合、このスライダ 2 2 の一部にだけ負荷が掛る。したがって、これらのガイドレールが撓む可能性がある。そこで、第 1 4 図に示すように、第四ガイドレール 1 4 を傘状にすれば、この第四ガイドレール 1 4 は頑丈になる。勿論、この第四ガイドレール 1 4 の形状は傘の全部又は一部であっても良い。

さて、ここまでは、全てのガイドレールにスリット 2 1 が開けられた場合について説明してきた。このとき、全てのスライダ 2 2 は、これらのガイドレールのスリット 2 1 の中をスライドすることになる。しかしながら、これらのスリット 2 1 がなくても、これらのスライダ 2 2 はこれらのガイドレールに沿ってスライドすることができる。そこで以下では、これらのガイドレールのうち少なくとも 1 個が棒状である場合について説明する。

例えば、第 1 5 図に示すように、第四ガイドレール 1 4 が棒状であるとする。このとき、第 1 6 図に示すように、スライダ 2 2 にパイプスライダ 2 5 を取り付けることにより、このパイプスライダ 2 5 はこの第四ガイドレール 1 4 に沿って滑らかにスライドすることができる。ただし、このパイプスライダ 2 5 は、この第四ガイドレール 1 4 に沿って

湾曲しているものとする。したがって、このスライダ 22 も第三ガイドレール 13 のスリット 21 の中を滑らかにスライドすることができる。さらに、第 17 図に示すように、第三ガイドレール 13 も棒状であるとする。このとき、第 18 図に示すように、2 個のパイプスライダ 25 を連結軸 24 によって接続すれば、これらのパイプスライダ 25 がこの連結軸 24 を中心にして自由に回転することにより、これらのパイプスライダ 25 はこれらのガイドレールに沿って滑らかにスライドすることができる。ただし、これらのパイプスライダ 25 は、それぞれこれらのガイドレールに沿って湾曲しているものとする。また、第 19 図に示すように、第三ガイドレール 13 が棒状であり、第四ガイドレール 14 がスリット 21 を備えるものとする。このとき、第 20 図に示すように、パイプスライダ 25 がこの第三ガイドレール 13 に沿ってスライドすることにより、このパイプスライダ 25 に取り付けられたスライダ 22 がこの第四ガイドレール 14 のスリット 21 の中を滑らかにスライドすることができる。ただし、このパイプスライダ 25 は、この第三ガイドレール 13 に沿って湾曲しているものとする。

なお、第 1 図～第 20 図から明らかなように、請求項 10 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、パイプ状の指示棒 3 を用いることにより、少なくとも 1 本のワイヤを、全てのガイドレールに絡ませることなく、ロータ 1 から全てのワイヤを取り出すことができる。このとき、これらのワイヤの一部をコイル状にすることにより、これらのワイヤが全てのガイドレールに不必要な負荷を加えなくて済む。これにより、このロータ 1 に任意の部品を取り付けることができるので、3 自由度回転システムの応用範囲が大きく広がる。

この他に、請求項 1 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、連結軸 24 又はベアリングを介して指示棒 3 の任意の場所に取り付けられたパイプスライダ 25 を棒状の第一ガイドレール 11 に沿ってスライドさせることもできる。ただし、このパイプスライダ 25 は、この第一ガイドレール 11 に沿って湾曲しているものとする。

さて、ここまでは、1 個のスライダ 22 又は少なくとも 1 個のパイプスライダ 25 が指示棒 3 に取り付けられているか、又はこの指示棒 3 に連結されている場合について説明し

てきた。しかしながら、このような場合、この指示棒 3 には 1 方向から力が加えられるので、この指示棒 3 は不安定になる。そこで以下では、この指示棒 3 に向い合う 2 方向から力が均等に加えられる方法について説明する。

まず、第 2 1 図に示すように、末端が外側に曲げられた、2 個のスライダ 2 2 を指示棒 3 に取り付ける。このとき、各々のスライダ 2 2 のうち、この指示棒 3 に取り付けられた部分は任意の断面を有すると共に、これらの部分をロータ 1 の表面に沿って円弧状に湾曲させておくと良い。また、これらのスライダ 2 2 の末端は棒状であり、この指示棒 3 を中心にして、これらの末端が成す角度は、180 度か、又はそれより僅かに小さい角度に設定されるものとする。次に、第 2 2 図に示すように、この第二ガイドレール 1 2 のスリット 2 1 に 1 個のスライダ 2 2 を通した後で、第 2 3 図に示すように、第一ガイドレール 1 1 と同様に第二ガイドレール 1 2 を土台 2 に取り付ける。このとき、この土台 2 とこのスリット 2 1 が直交するように、この第二ガイドレール 1 2 の取付部 2 7 とこのスリット 2 1 が形成されることが望ましい。なお、第 2 2 図では、このスリット 2 1 とこの取付部 2 7 が成す角度 τ が 90 度になる場合を示しているが、この角度 τ が 90 度を越えるように設計されるならば、この第二ガイドレール 1 2 の回転時に、この取付部 2 7 がこの土台 2 の下側に大きくはみ出すのを防ぐことができる。さらに、このスリット 2 1 は、このスライダ 2 2 が滑らかにスライドするように、外側に向けて傾けられていると良い。最後に、第 2 4 図に示すように、第三ガイドレール 1 3 をこの第二ガイドレール 1 2 と同様に、この土台 2 に取り付けるものとする。このとき、これらのガイドレールは、入れ子状になるように、この土台 2 に取り付けられても良いし、また互い違いになるように、この土台 2 に取り付けられても良い。

さて、第 2 4 図に示すように、第二ガイドレール 1 2 及び第三ガイドレール 1 3 が平行になる場合、2 個のスライダ 2 2 が、それぞれこれらのガイドレール 1 2, 1 3 のスリット 2 1 の中をスライドすることにより、指示棒 3 もこれらのガイドレール 1 2, 1 3 に平行して移動することができる。しかもこれらのガイドレール 1 2, 1 3 の間隔が一定であるため、この指示棒 3 はその延長線に対して回転することはない。そこで、この間隔が一定のままで、これらのガイドレール

ルが2個の軸4を通る回転軸6を中心に回転する場合を考える。このとき、このロータ1がこの回転軸6を中心に回転すれば、この指示棒3に取り付けられた2個のスライダ22がこれらのガイドレールを押したり引いたりすることにより、これらのガイドレールもこのロータ1と同じ回転角度だけ、この回転軸6を中心に回転する。反対に、これらのガイドレールがこの回転軸6を中心に回転した場合、これらのガイドレールがこれらのスライダ22を押したり引いたりすることにより、このロータ1も、これらのガイドレールと同じ回転角度だけ、この回転軸6を中心に回転する。

ここで、第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13が独立して回転する場合を考える。このとき、これらのガイドレールの間隔は広くなったり狭くなったりする。そこで、2個のスライダ22の剛性により、これらのガイドレールの間隔が広がった場合、これらのスライダ22と、これらのガイドレールと、が成す角度 θ （第1図及び第2図参照）が90度に近づく方向に、指示棒3が回転する。反対に、これらのガイドレールの間隔が狭くなった場合、これらのスライダ22と、これらのガイドレールと、が成す角度 θ が0度に近づく方向に、この指示棒3が回転する。したがって、ロータ1がこの指示棒3の延長線に対して回転した場合、回転方向に応じて、これらのガイドレールが成す角度が大きくなったり小さくなったりする。また、これらのガイドレールが成す角度を大きくしたり、小さくすることにより、このロータ1をこの指示棒3の延長線に対して回転させることもできる。このとき、このロータ1は、これらのガイドレールに対して0度～180度の範囲で回転することができるが、これらのガイドレールの回転角度の差分だけを用いた場合、0度～90度の範囲でしか回転角度を特定することができない。そこで、この指示棒3を中心として、これらのスライダ22の末端が成す角度を180度よりも僅かに小さくすることにより、これらのガイドレールの間隔が最大になったとしても、このロータ1が90度を越えて回転しないようにすることができる。

さて、ここで、第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13が独立に回転する場合、これらのガイドレールの回転角度の差分が一定であっても、指示棒3の位置に応じて、これらのガイドレールの間隔が変化するという問題が起る。コンピュータシステムな

どを用いて、これらの変化を補正することができれば特に問題はないが、さもなくば、何らかの補正手段が必要になる。そこで、第9図に示すように、これらのガイドレールのスリット21が、土台2と平行になるように、コの字形に折り曲げられた第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13が用いられる。これらのガイドレールをこのように曲げることにより、これらのガイドレールが回転軸6を中心にして独立に回転しても、これらのガイドレールは、この回転軸6を中心とする円弧に沿って平行移動する。したがって、これらのガイドレールの回転角度の差分が一定であれば、この指示棒3の位置に関係なくこれらのガイドレールの間隔も一定となる。ただし、この指示棒3の移動範囲は狭くなる。

なお、ここまでは、第21図に示すような、外側に曲げられた2個のスライダ22を用いた場合について説明したが、代りに、第25図に示すような、内側に曲げられた2個のスライダ22を用いても良い。この場合、各々のスライダ22は、第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13の外側から、これらのスリット21を通るものとする。

そこで、第26図及び第27図に示すように、請求項4記載の発明に対する3自由度回転システムの実施形態は、直交する第一ガイドレール11と、第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13と、を有する。特に、請求項11記載の発明に対する3自由度回転システムの実施形態は、全ての軸4が土台2に取り付けられている。なお、第26図では、この第二ガイドレール12及びこの第三ガイドレール13が互い違いにこの土台2に取り付けられている。また、第27図では、これらのガイドレールが入れ子状にこの土台2に取り付けられている。第26図及び第27図では、第21図に示すような2個のスライダ22が用いられているので、この第二ガイドレール12及びこの第三ガイドレール13の内側に第一ガイドレール11が取り付けられている。この理由は、これらのスライダ22の末端がこの第一ガイドレール11に引っ掛かるのを防ぐためである。したがって、第25図に示すような2個のスライダ22が用いられた場合、この第二ガイドレール12及びこの第三ガイドレール13の外側に第一ガイドレール11を取り付けた方が良い。さらに、第26図及び第27図に示すように、この第二ガイドレール12及びこの第三ガイドレール13が平行になるときに、これらのスライダ22がこれらのガイドレールに対

して45度傾くように、これらのガイドレールが土台2に取り付けられたものとする。このとき、これらのガイドレールの回転角度の差分から、指示棒3の延長線を中心としたロータ1の回転角度を簡単に計算することができる。

なお、ここまでは、4個の軸4が土台2に埋め込まれた場合か、又はこの土台2から切り出された場合について説明してきた。しかしながら、これらの軸4のうち少なくとも1個が、第一ガイドレール11、第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13のうちのいずれか1端に取り付けられたか、又は形成されても良い。この場合、この土台2に取り付けられるべき少なくとも1個の軸4の位置には、少なくとも1個の軸受け5が取り付けられる。ここで、この土台2に取り付けられた軸受け5にボールベアリングを用いることにより、これらのガイドレールのうち、これらの軸4が取り付けられたものは、土台2から外れ難くなると共に、3自由度回転システムの組み立てが容易となる。特に、請求項12記載の発明に対する3自由度回転システムの実施形態は、第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13が互い違いになっているときに効果を発揮し、一方で、請求項13記載の発明に対する3自由度回転システムの実施形態は、第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13が入れ子状になっているときに効果を発揮する。

さて、請求項4記載の発明に対する3自由度回転システムの実施形態は、少ない部品点数でロータ1を回転させることができるけれども、次のような3つの問題がある。第一に、2個のスライダ22の形状が複雑である。第二に、これらのスライダ22が、第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13と接触する面積が狭いので、これらのスライダ22がスリップしやすい。第三に、指示棒3が第一ガイドレール11のスリット21の中でふらついてしまうので、このロータ1を安定させることができない。したがって、この3自由度回転システムがこのロータ1を安定的に回転させるためには、高い精度で加工された2個のスライダ22が必要となり、結果としてこの3自由度回転システムは高価となる。そこで以下では、複雑な形をしたこれらのスライダ22を用いない3自由度回転システムについて説明する。

まず、第28図に示すように、ロータ1の表面に沿って円弧状に湾曲された第四ガイド

レール 1 4 及び第五ガイドレール 1 5 が指示棒 3 に取り付けられたものとする。このとき、これらのガイドレールは 1 枚の平板から作られても良いし、各々のガイドレールをこの指示棒 3 に取り付けても良い。これらのガイドレールには、それぞれスリット 2 1 が開けられ、各々のスリット 2 1 の中をスライダ 2 2 がスライドする。ただし、各々のスライダ 2 2 の両端は膨らむように加工されているか、又は、第 2 8 図に示すように、これらの両端に止め具 2 3 が取り付けられている。これにより、これらのスライダ 2 2 はこれらのスリット 2 1 から外れなくなる。次に、第一ガイドレール 1 1 及び第六ガイドレール 1 6 が各々の両端において軸受け 5 を共有し、しかも対応する軸 4 に取り付けられるものとする。このとき、これらのガイドレールは、第 2 3 図に示すように、このロータ 1 の表面に沿って円弧状に湾曲される。さらに第 2 2 図に示すように、これらのガイドレールのうち、円弧状に湾曲された部分が土台 2 に対して垂直になるように、これらのガイドレールは接着されるか、又は 1 枚の平板から加工される。したがって、これらのガイドレールは平行になる。

そこで、第 2 9 図に示すように、請求項 7 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、第二ガイドレール 1 2 及び第五ガイドレール 1 5 の交点に第一ガイドレール 1 1 が重なるようにし、第三ガイドレール 1 3 及び第四ガイドレール 1 4 の交点に第六ガイドレール 1 6 が重なるようにし、さらに各々の交点にスライダ 2 2 が取り付けられる。勿論、この第二ガイドレール 1 2 及びこの第四ガイドレール 1 4 の交点と、この第三ガイドレール 1 3 及びこの第五ガイドレール 1 5 の交点と、に、それぞれスライダ 2 2 が取り付けられても良い。このとき、これらのスライダ 2 2 の延長線がロータ 1 の中心を通るように、これらのガイドレールの傾きが調節されるならば、これらのスライダ 2 2 はこれらのガイドレールに対して常に垂直になるので、これらのスライダ 2 2 はこれらのガイドレールのスリット 2 1 の中を滑らかにスライドすることができる。したがって、この第五ガイドレール 1 5 及びこの第四ガイドレール 1 4 が、対応する軸 4 に対して回転することにより、これらのスライダ 2 2 はそれぞれこの第二ガイドレール 1 2 のスリット 2 1 及びこの第三ガイドレール 1 3 のスリット 2 1 の中をスライドするので、このロータ 1 もこれ

らの軸4に対して回転することができる。また、この第二ガイドレール12及びこの第三ガイドレール13が、対応する軸4に対して回転することにより、これらのスライダ22はそれぞれこの第五ガイドレール15のスリット21及びこの第四ガイドレール14のスリット21の中をスライドするので、このロータ1もこれらの軸4に対して回転することができる。さらに、この第二ガイドレール12及びこの第三ガイドレール13の間隔を変えることにより、これらのスライダ22はそれぞれこの第五ガイドレール15及びこの第四ガイドレール14の中をスライドする。しかもこれらのスライダ22は、それぞれこの第一ガイドレール11のスリット21及びこの第六ガイドレール16のスリット21の中をスライドするので、このロータ1は指示棒3に対して回転することができる。

ところで、各々のスライダ22の場所では、これらのスリット21は三重に重なるので、これらのガイドレールのうち少なくとも1個が、それぞれの軸4を中心に回転する場合、これらのスライダ22の一部にだけ負荷が掛る。したがって、これらのガイドレールが撓む可能性がある。そこで以下では、これらのガイドレールの撓みを抑制する方法について説明する。

まず、第30図に示すように、第四ガイドレール14及び第五ガイドレール15を傘状に形成する。これにより、これらのガイドレールの末端が撓むことがなくなる。この方法は、最も簡単であるが、残りのガイドレールの撓みも一緒に抑えることができ、極めて効果的である。

次に、第31図に示すように、請求項7記載の発明に対する3自由度回転システムの実施形態は、第二ガイドレール12及び第五ガイドレール15の交点に第一ガイドレール11が重なるようにし、第三ガイドレール13及び第四ガイドレール14の交点に第六ガイドレール16が重なるようにする。さらに、この第二ガイドレール12及びこの第一ガイドレール11の交点と、この第三ガイドレール13及びこの第一ガイドレール11の交点と、この第二ガイドレール12及びこの第六ガイドレール16の交点と、この第三ガイドレール13及びこの第六ガイドレール16の交点と、に、それぞれスライダ22が取り付けられる。このとき、これらのスライダ22の延長線がロータ1の中心を通るように、

これらのガイドレールの傾きが調節され、さらに、この第二ガイドレール 1 2 のスリット 2 1 の中をスライドする 2 個のスライダ 2 2 の一端同士が 1 個の連結棒 2 6 によって連結される。同様に、この第三ガイドレール 1 3 のスリット 2 1 の中をスライドする 2 個のスライダ 2 2 の一端同士がもう 1 個の連結棒 2 6 によって連結される。これにより、この第一ガイドレール 1 1 及びこの第六ガイドレール 1 6 が撓まなくなり、これらのガイドレール のスリット 2 1 の平行が維持される。また、この第四ガイドレール 1 4 及びこの第五ガイドレール 1 5 が撓まなくなり、このロータ 1 が指示棒 3 に対して正確に回転する。

この他に、第 3 2 図に示すように、請求項 7 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、第一ガイドレール 1 1 及び第六ガイドレール 1 6 をそれぞれ独立に回転させることができる。そこで第一ガイドレール 1 1、第二ガイドレール 1 2、第三ガイドレール 1 3 及び第六ガイドレール 1 6 を細かく回転させることにより、この 3 自由度回転システムは、全てのガイドレールを撓ませることなくロータ 1 を 3 自由度で回転させることができる。反対に、このロータ 1 が 3 自由度で回転した場合、第一ガイドレール 1 1、第二ガイドレール 1 2、第三ガイドレール 1 3 及び第六ガイドレール 1 6 が独立して回転することにより、2 個のスライダ 2 2 を介してこれらのガイドレールに加わる力を分散させることができる。

さて、ここまでは、全てのガイドレールにスリット 2 1 が開けられた場合について説明してきた。このとき、全てのスライダ 2 2 は、これらのガイドレール のスリット 2 1 の中をスライドすることになる。しかしながら、これらのスリット 2 1 がなくても、これらのスライダ 2 2 はこれらのガイドレールに沿ってスライドすることができる。そこで以下では、これらのガイドレールのうち少なくとも 1 個が棒状である場合について説明する。

例えば、第 3 3 図に示すように、第二ガイドレール 1 2 及び第三ガイドレール 1 3 が棒状である場合、請求項 7 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、これらのガイドレールに沿って、2 個のスライダ 2 2 がスライドする。このとき、各々のスライダ 2 2 は 1 個のパイプスライダ 2 5 を備え、これらのガイドレールは、それぞれこれらのパイプスライダ 2 5 の中を通る。そこで、各々のパイプスライダ 2 5 の内側に少なくとも

1個の転動体を備えていれば、これらのパイプスライダ25は、それぞれこれらのガイドレールに沿って滑らかにスライドすることができる。ただし、これらのパイプスライダ25は、これらのガイドレールに合わせて円弧状に加工されているものとする。これにより、これらのガイドレールの間隔が長くなると、これらのスライダ22は、それぞれ第一ガイドレール11及び第六ガイドレール16に沿ってスライドする。したがって、これらのスライダ22は、それぞれ第五ガイドレール15及び第四ガイドレール14に沿ってスライドし、結果としてロータ1が時計回りに回転する。反対に、この第二ガイドレール12及びこの第三ガイドレール13の間隔が短くなると、このロータ1は反時計回りに回転する。このように、これらのパイプスライダ25が用いられた場合、これらのパイプスライダ25は第31図に示すような2個の連結棒26と同様の効果を発揮し、これらのガイドレールは撓まなくなる。この際に、これらの連結棒26が必要なくなるので、第四ガイドレール14及び第五ガイドレール15が傘状に加工され得る。

さらに、第34図に示すように、第一ガイドレール11、第二ガイドレール12、第三ガイドレール13及び第六ガイドレール16が棒状である場合、各々のスライダ22には2個のパイプスライダ25が直交するように取り付けられる。なお、これらのパイプスライダ25は、これらのガイドレールに合わせて円弧状に加工されているものとする。これにより、これらのガイドレールは撓まなくなり、しかも各々のスライダ22の延長線は常にロータ1の中心を通るようになる。勿論、第四ガイドレール14及び第五ガイドレール15が傘状に加工されれば、これらのガイドレールも撓まなくなる。

ところで、第四ガイドレール14及び第五ガイドレール15が棒状である場合、どうなるであろうか。例えば、第35図に示すように、第一～第六のガイドレールが棒状である場合、請求項7記載の発明に対する3自由度回転システムの実施形態は、それぞれ3個のパイプスライダ25を備えた2個のスライダ22を用いる。ただし、これらのパイプスライダ25が固定された場合、第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13の間隔が変化しても、この第五ガイドレール15及びこの第四ガイドレール14の向きは一定であるので、ロータ1は回転することができない。そこで、第36図に示すように、この第五ガ

イドレール 1 5 及びこの第四ガイドレール 1 4 を通す 2 個のパイプスライダ 2 5 が、それぞれ連結軸 2 4 によって残りのパイプスライダ 2 5 と連結されるものとする。このとき、この第一ガイドレール 1 1 及びこの第六ガイドレール 1 6 を通すこれらのパイプスライダ 2 5 は、それぞれこの連結軸 2 4 を中心にして、残りのパイプスライダ 2 5 と互いに回転することができるので、この第二ガイドレール 1 2 及びこの第三ガイドレール 1 3 の間隔が変化すれば、このロータ 1 は指示棒 3 を中心として回転することができる。したがって、請求項 7 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態において、第一ガイドレール 1 1 及び第六ガイドレール 1 6 のうち、少なくとも 1 個が棒状である場合、残りのガイドレールのうち 1 個でも棒状であれば、この連結棒 2 6 を用いて、複数のパイプスライダ 2 5 を連結すれば良い。

なお、ここでは説明を簡単にするために、第 3 3 図、第 3 4 図及び第 3 5 図に示すような 3 自由度回転システムについて説明したが、勿論、少なくとも 1 個のガイドレールが棒状である場合、これらのガイドレールの数だけパイプスライダ 2 5 を用いれば良い。このとき、各々のパイプスライダ 2 5 の内側に少なくとも 1 個の転動体を備えていれば、これらのパイプスライダ 2 5 は、それぞれ対応するガイドレールに沿って滑らかにスライドすることができる。

この他に、第 2 6 図～第 3 5 図から明らかなように、請求項 1 0 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、パイプ状の指示棒 3 を用いることにより、少なくとも 1 本のワイヤを、全てのガイドレールに絡ませることなく、ロータ 1 から全てのワイヤを取り出すことができる。このとき、これらのワイヤの一部をコイル状にすることにより、これらのワイヤが全てのガイドレールに不必要な負荷を加えなくて済む。これにより、このロータ 1 に任意の部品を取り付けることができるので、3 自由度回転システムの応用範囲が大きく広がる。

さて、ここまでは、スライダ 2 2 と、第一～第六のガイドレールと、の関係について説明してきた。以下では、主に第 2 6 図に示した 3 自由度回転システムを用いて、ロータ 1 の回転角度の検出方法と、このロータ 1 の駆動方法について説明する。

第37図に示すように、請求項14記載の発明に対する3自由度回転システムの実施形態は、第一ガイドレール11、第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13の各々に対して、少なくとも一端に少なくとも1個の軸4が取り付けられた場合、複数のエンコーダ31及び複数のアクチュエータなどがこれらの軸4に容易に取り付けられ得る。勿論、これらの軸4がこれらのガイドレールに直接取り付けられていない場合には、これらのエンコーダ31及びこれらのアクチュエータはこれらのガイドレールに直接取り付けられても良い。

ところで、第37図に示すように、第一ガイドレール11、第二ガイドレール12及び第三ガイドレール13の各々に対して、1個の軸4に1個のエンコーダ31が直接取り付けられた場合、このエンコーダ31はこの軸4の延長線上に配置されなければならない。さらに、このエンコーダ31を回転させるために、これらのガイドレールには大きな負荷が掛るので、これらのガイドレール、指示棒3及び2個のスライダ22の強度は大きくななければならない。しかしながら、これでは、3自由度回転システムは、大きく、しかも重くなってしまう。そこで、第38図に示すように、これらのガイドレールの各々に対して、1個のガイドレール、1個の軸4及び1個の軸受け5のうち少なくとも1個に歯車32を取り付ける。このとき、この歯車32の回転軸がこの軸4の回転軸6と一致するようにこの歯車32は固定されるものとする。これにより、各々のエンコーダ31は任意の向きに設置され得る。さらにギア比を調整することにより、これらのエンコーダ31は少ないトルクで回転することができる。なお、歯車32の代りに、クランク又はカムを用いることもできる。

そこで、第39図に示すように、請求項15記載の発明に対する3自由度回転システムの実施形態は、各々のエンコーダ31を任意の位置に配置することができる。なお、第39図では、各々のガイドレールと、対応するエンコーダ31の間を、2個のかさ歯車32が連結しているが、勿論、平歯車、円筒ギア及びウォームギアなどが用いられても良い。さらに、歯車32の代りに、クランク又はカムを用いることもできる。第39図から明らかなように、ロータ1が3自由度で回転しても、いずれのエンコーダ31もこのロータ1

と一緒に移動することはない。つまり、これらのエンコーダ 31 は、土台 2 及び筐体に容易に固定され得るので、本発明の利用者は 3 自由度回転システムを容易に設計することができる。さらに、請求項 16 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、少なくとも 1 個のエンコーダ 31 の各々にアクチュエータを搭載する。これにより、本発明は、このロータ 1 の 3 自由度の回転角度を検出するだけでなく、このロータ 1 を 3 自由度で回転させることもできる。したがって、このロータ 1 にカメラ 41 を搭載した移動カメラのように、撮影位置を特定しながら、任意の場所を撮影するような用途にも、本発明は適している。勿論、請求項 17 及び 18 記載の発明に対する実施形態のように、第一ガイドレール 11、第二ガイドレール 12 及び第三ガイドレール 13 の各々にアクチュエータだけを連結することも可能である。特に、アクチュエータとしてステッピングモータが用いられた場合、これらのエンコーダ 31 を用いなくても、このロータ 1 の角度を細かく制御することができる。

最後に、3 自由度回転システムでは、ロータ 1 の回転角度を求めるために、第二ガイドレール 12 及び第三ガイドレール 13 のそれぞれに接続された 2 個のエンコーダ 31 の回転角度の差分を計算したり、また、これらのガイドレールのスリット 21 の中を 2 個のスライダ 22 がスライドした場合に、指示棒 3 の位置に応じて回転角度を補正しなければならない。そこで、請求項 19 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、コンピュータシステムを用いてこれらの計算を行う。さらに、少なくとも 1 個のアクチュエータを用いてこのロータ 1 を回転させる場合においても、各々のアクチュエータの回転角度を細かく制御する必要がある。そこで、請求項 20 記載の発明に対する 3 自由度回転システムの実施形態は、このコンピュータシステムを用いてこれらのアクチュエータの制御を行う。このように、コンピュータシステムを用いることにより、本発明の利用者は、3 自由度回転システムを簡単に利用することができるようになる。

なお、ここでは、3 個のエンコーダ 31 及び 3 個のアクチュエータが用いられる場合について説明してきた。しかしながら、第四ガイドレール 14 及び第五ガイドレール 15 がそれぞれ独立に回転する場合、これらのガイドレール、これらのガイドレールを支える 2

個の軸4及びこれらの軸4に取り付けられた2個の軸受け5に、2個のエンコーダ31及び2個のアクチュエータが取り付けられる。このとき、これらのガイドレールが互い違いになるように、これらのガイドレールがこれらの軸4に取り付けられると、これらのエンコーダ31及びアクチュエータの取り付けが容易になる。

さて、ここまでは3自由度回転システムについて説明してきた。そこで以下では、この3自由度回転システムの応用について説明する。

第40図に示すように、請求項21記載の発明に対する人工眼球の実施形態は、ロータ1にカメラ41が埋め込まれた3自由度回転システムである。ただし、第40図では、このカメラ41は斜線によって表され、さらに第一ガイドレール11以外の全てのガイドレールは省略されている。このとき、このカメラ41のレンズ42は指示棒3と反対方向を向き、しかもこのレンズ42の光軸43がこの指示棒3を通るように、このカメラ41はこのロータ1に埋め込まれれば、コンピュータシステムがこの指示棒3の向きを検出することにより、このコンピュータシステムはこの光軸43の向きを容易に求めることができる。加えて、このカメラ41の複数の電線44がこの指示棒3の中を通ることにより、これらの電線44はいずれのガイドレールにも絡むことがないので、この指示棒3が土台2に妨げられるまで、このレンズ42の光軸43も移動することができる。したがって、この人工眼球は広範囲を撮影することができる。さらに、この土台2の位置をこのロータ1の中心からずらすことと、このロータ1を覆うようにこの土台2に半球状のカバー45を取り付けることと、により、このカバー45は、全てのガイドレールの動きを邪魔することなく、このロータ1をホコリや水分などから守ることができる。したがって、本発明の利用者は、携帯電話のような狭い空間にも人工眼球を容易に搭載することができる。

さて、ここまでは、3自由度回転システムが、指示棒3を中心にして約90度までロータ1を回転させる場合について説明してきた。しかしながら、これでは、このロータ1に埋め込まれたカメラ41も、このカメラ41の光軸43を中心にして約90度までしか回転することができない。そこで以下では、このカメラ41が撮影した画像を任意の角度で回転させる方法について説明する。

まず、ロータ 1 に埋め込まれたカメラ 41 が撮影した画像を、一旦コンピュータシステムに記憶する。ただし、このコンピュータシステムのメモリには、この画像の各画素が順番に記憶されているものとする。このとき、これらの画素にガンマ補正のような各種画像処理を加えることもできる。次に、このコンピュータシステムは、この画像が 90 度単位で回転するように、これらの画素を順番に出力する。ただし、このメモリにはこれらの画素が順番に記憶されているので、このコンピュータシステムは、この画像の四隅のいずれかから一定の順番でこれらの画素を読み出せば良い。つまり、このコンピュータシステムはアフィン変換をする必要がない。したがって、このコンピュータシステムは、このメモリに対してこれらの画素を読み書きするだけで、この画像を 90 度単位で回転させることができる。そこで、このコンピュータシステムが、3 自由度回転システムを用いて、カメラ 41 を約 90 度まで回転させることにより、結果として、カメラ 41 が撮影した画像をほぼ 360 度回転させることができる。この方法は、この画像を任意の角度に回転させても、消費電力は変らない。したがって、携帯電話など低消費電力が求められる機器に対して最適である。

以上、本実施形態を説明したが、本発明は上述の実施形態には限定されることはなく、当業者であれば種々なる態様を実施可能であり、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲において本発明の構成を適宜改変できることは当然であり、このような改変も、本発明の技術的範囲に属するものである。

産業上の利用可能性

請求項 1 ～ 13 記載の発明によれば、ロータ 1 を 3 自由度で回転させてもこのロータ 1 の 3 つの回転角度を特定することができる。また反対に、第一～第六のガイドレールを適当に回転させることにより、指示棒 3 を、特定の向きに、しかもその指示棒 3 を中心として特定の回転角度になるように移動させることができるので、このロータ 1 を適当な向きに回転させることもできる。本発明では、これらのガイドレールが、それぞれ軸 4 と軸受

け5を介して土台2に接続されている。つまり、従来の3自由度移動システムのように、ロータ1を特定の方向に回転させるために、土台2自体を回転させる必要がない。したがって、本発明の製造者は、少ない部品で、単純で小さな構造で、しかも安価に3自由度の回転システムを製造することができる。

請求項10記載の発明によれば、全てのワイヤを指示棒3の中を通すことにより、これらのワイヤを外部に取り出すことができる。しかもこれらのワイヤは電線44であっても良い。そこでロータ1にカメラ41を取り付けることにより、移動カメラ41の設計者は、これらの電線44を全てのガイドレールに絡ませることなく、容易に移動カメラや人工眼球を設計することができる。さらに、ジョイスティックの製造者が、ロータ1に対して垂直にリニアエンコーダを取り付けた場合、このジョイスティックの利用者は、このリニアエンコーダを前後にスライドさせるだけで、移動カメラのズームを制御することもできるようになる。

請求項14、15及び19記載の発明によれば、3個のエンコーダ31の出力結果を組み合せることにより、ロータ1の3つの回転角度を検出することができる。したがって、本発明の利用者がトラックボールのようにロータ1を回転させた場合、本発明はロータ1の回転角度を検出することができる。また、本発明の利用者がジョイスティックのように指示棒3を回転させた場合、本発明は指示棒3の回転角度を検出することもできる。さらに従来の多自由度アクチュエータを用いてロータ1を回転させた場合にも、本発明は、ロータ1の回転角度を検出することができる。したがって、本発明を携帯電話のような小型情報端末に搭載することにより、この端末の設計者は、移動カメラを制御する小型軽量のユーザインターフェースを安価に実現することができる。また、ロータ1にカメラ41を組み込むことにより、本発明の利用者は、移動カメラや人工眼球として本発明を利用することができる。この際に、指示棒3をパイプ状にすることにより、カメラ41の信号線をロータ1から容易に取り出すことができるので、本発明は移動カメラや人工眼球に対して非常に有効である。

請求項16、19及び20記載の発明によれば、3個のエンコーダ31の出力結果を組

み合せることにより、ロータ 1 の 3 つの回転角度を検出することができ、さらに、これらの回転角度に応じてロータ 1 を回転させることができる。したがって、ロータ 1 と土台 2 にそれぞれ支柱を取り付けることにより、本発明の利用者は、ロボットの関節として本発明を利用することができる。また、ロータ 1 にカメラ 4 1 を組み込むことにより、本発明の利用者は、移動カメラや人工眼球として本発明を利用することができる。この際に、指示棒 3 をパイプ状にすることにより、カメラ 4 1 の信号線をロータ 1 から容易に取り出すことができるので、本発明は移動カメラや人工眼球に対して非常に有効である。さらに、本発明を用いてジョイスティックが製造された場合、このジョイスティックの利用者が遠隔地から移動カメラを制御すると共に、この移動カメラの向きをこのジョイスティックに反映させることにより、この利用者はこの移動カメラの向きを実感できるといった双方向インターフェースを実現することができる。

請求項 1 7、1 8 及び 2 0 記載の発明によれば、3 個のアクチュエータをそれぞれ独立に回転させることにより、これらの回転角度に応じてロータ 1 を回転させることができる。したがって、本発明の利用者は、雲台として本発明を利用することができる。また、ロータ 1 に光源を取り付けることにより、本発明の利用者は、サーチライトとして本発明を利用することができる。さらに、ロータ 1 に鏡を取り付けることにより、本発明の利用者は、電動バックミラー及び電動サイドミラーとして本発明を利用することができる。この他に、アクチュエータとしてステッピングモータを用い、さらにロータ 1 にカメラ 4 1 を組み込むことにより、本発明の利用者は、移動カメラや人工眼球として本発明を利用することができる。この際に、指示棒 3 をパイプ状にすることにより、カメラ 4 1 の信号線をロータ 1 から容易に取り出すことができるので、本発明は移動カメラや人工眼球に対して非常に有効である。

請求項 2 1 記載の発明によれば、ロータ 1 の中にカメラ 4 1 を埋め込むことにより、人工眼球は、このロータ 1 の体積を増やすことなく、コンピュータシステムを用いてこのカメラ 4 1 の光軸 4 3 の向きを 3 自由度で制御することができる。したがって、携帯電話の設計者は、小型化が求められる携帯電話にこの人工眼球を搭載することができる。

請求項 2 2 記載の発明によれば、人工眼球は、アフィン変換など特別な画像処理システムを用いなくても、カメラ 4 1 が撮影した画像を任意の角度で回転させることができる。つまり、例えばこの画像のサイズが大きくなったとしても、この人工眼球は、この画像を任意の角度で回転させるために、余計な電力を消費しなくても良い。したがって、携帯電話の設計者は、低消費電力が求められる携帯電話にこの人工眼球を搭載することができる。

請求の範囲

1. 球体の一部又は全部を含むロータと、指示棒と、少なくとも1個のスライダと、少なくとも1個の土台と、4個の軸と、6個の軸受けと、第一〜第三の3個のガイドレールと、を含む3自由度回転システムであって、

前記ロータが前記指示棒を備えたことと、

2個の前記軸及び2個の前記軸受けを用いて、前記第一のガイドレールが前記土台に取り付けられたことと、

残りの2個の前記軸及び残りの4個の前記軸受けを用いて、前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールが前記土台に取り付けられたことと、

少なくとも1個の前記スライダが前記指示棒に取り付けられたか、又は連結されたことと、

を特徴とし、

前記指示棒を前記第一のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータが前記第一のガイドレールを支える2個の前記軸を中心にして回転することと、

前記指示棒を前記第二のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータが前記第一のガイドレールを支える2個の前記軸を中心にして回転することと、

少なくとも1個の前記スライダを前記第三のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータが前記指示棒を中心にして回転することと、

を特徴とする3自由度回転システム。

2. 請求項1記載の3自由度回転システムにおいて、

前記第一のガイドレール及び前記第二のガイドレールのうち、少なくとも1個にスリットが開けられることにより、前記指示棒がこれらの前記スリットを通ることを特徴とする3自由度回転システム。

3. 請求項1又は2記載の3自由度回転システムに対して、

第四のガイドレールが前記指示棒に取り付けられたことと、

前記スライダが前記第四のガイドレールをスライドすることと、
を特徴とする 3 自由度回転システム。

4. 球体の一部又は全部を含むロータと、指示棒と、少なくとも 2 個のスライダと、少なくとも 1 個の土台と、4 個の軸と、6 個の軸受けと、第一～第三の 3 個のガイドレールと、を含む 3 自由度回転システムであって、

前記ロータが前記指示棒を備えたことと、

2 個の前記軸及び 2 個の前記軸受けを用いて、前記第一のガイドレールが前記土台に取り付けられたことと、

残りの 2 個の前記軸及び残りの 4 個の前記軸受けを用いて、前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールが前記土台に取り付けられたことと、

少なくとも 2 個の前記スライダが前記指示棒に取り付けられたか、又は連結されたことと、

を特徴とし、

前記指示棒を前記第一のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータが前記第一のガイドレールを支える 2 個の前記軸を中心にして回転することと、

少なくとも 2 個の前記スライダを、それぞれ前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータがこれらの前記ガイドレールを支える 2 個の前記軸を中心にして回転することと、

少なくとも 2 個の前記スライダを、それぞれ前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータが前記指示棒を中心にして回転することと、

を特徴とする 3 自由度回転システム。

5. 請求項 4 記載の 3 自由度回転システムにおいて、
前記第一のガイドレールにスリットが開けられることにより、前記指示棒がこの前記スリットを通ることを特徴とする 3 自由度回転システム。

6. 請求項 4 又は 5 記載の 3 自由度回転システムに対して、

第四のガイドレール及び第五のガイドレールが前記指示棒に取り付けられたことと、
2個の前記スライダが、それぞれこれらの前記ガイドレールをスライドすることと、
を特徴とする3自由度回転システム。

7. 球体の一部又は全部を含むロータと、指示棒と、少なくとも2個のスライダと、少なくとも1個の土台と、4個の軸と、6個の軸受けと、第一〜第三及び第六の4個のガイドレールと、を含む3自由度回転システムであって、

前記ロータが前記指示棒を備えたことと、

2個の前記軸及び2個の前記軸受けを用いて、前記第一のガイドレール及び前記第六のガイドレールが前記土台に取り付けられたことと、

残りの2個の前記軸及び残りの4個の前記軸受けを用いて、前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールが前記土台に取り付けられたことと、

少なくとも2個の前記スライダが前記指示棒に取り付けられたか、又は連結されたことと、
を特徴とし、

少なくとも2個の前記スライダを、それぞれ前記第一のガイドレール及び前記第六のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータがこれらの前記ガイドレールを支える2個の前記軸を中心にして回転することと、

少なくとも2個の前記スライダを、それぞれ前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータがこれらの前記ガイドレールを支える2個の前記軸を中心にして回転することと、

少なくとも2個の前記スライダを、それぞれ前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールに沿ってスライドさせながら、前記ロータが前記指示棒を中心にして回転することと、
を特徴とする3自由度回転システム。

8. 請求項7記載の3自由度回転システムにおいて、
前記第一のガイドレール及び前記第六のガイドレールにスリットが開けられることによ

り、少なくとも2個の前記スライダが、それぞれこれらの前記スリットを通ることを特徴とする3自由度回転システム。

9. 請求項7又は8記載の3自由度回転システムに対して、

第四のガイドレール及び第五のガイドレールが前記指示棒に取り付けられたことと、
2個の前記スライダが、それぞれこれらの前記ガイドレールをスライドすることと、
を特徴とする3自由度回転システム。

10. 請求項1～9のうちいずれか1項に記載の3自由度回転システムにおいて、

前記指示棒がパイプであることと、
前記指示棒の中を少なくとも1本のワイヤが通ることと、
を特徴とする3自由度回転システム。

11. 請求項1～10のうちいずれか1項に記載の3自由度回転システムであって、
全ての前記軸が2個ずつ向い合うように少なくとも1個の前記土台に取り付けられることとを特徴とする3自由度回転システム。

12. 請求項1～10のうちいずれか1項に記載の3自由度回転システムであって、

4個の前記軸受けが2個ずつ向い合うように少なくとも1個の前記土台に取り付けられることと、

前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールの一端に備えられた2個の前記軸が、それぞれ前記土台に取り付けられた2個の前記軸受けに取り付けられることと、

前記第二のガイドレール及び前記第三のガイドレールの別の一端に備えられた2個の前記軸受けが、それぞれ前記第三のガイドレール及び前記第二のガイドレールの前記軸に取り付けられることと、

を特徴とする3自由度回転システム。

13. 請求項1～10のうちいずれか1項に記載の3自由度回転システムであって、

4個の前記軸受けが2個ずつ向い合うように少なくとも1個の前記土台に取り付けられることと、

前記第二のガイドレールの両端に備えられた2個の前記軸が、それぞれ前記土台に取り

付けられた2個の前記軸受けに取り付けられることと、

前記第三のガイドレールの両端に備えられた2個の前記軸受けが、それぞれ前記第二のガイドレールの前記軸に取り付けられることと、
を特徴とする3自由度回転システム。

14. 請求項1～13のうちいずれか1項に記載の3自由度回転システムに対して、
少なくとも1個のエンコーダが、前記ガイドレール、前記軸及び前記軸受けのうち少なくとも1つの回転角度を検出することにより、前記ロータの向きを検出することを特徴とする3自由度回転システム。

15. 請求項14に記載の3自由度回転システムに対して、
少なくとも1個の前記エンコーダが複数の歯車を介して、前記ガイドレール、前記軸及び前記軸受けのうち少なくとも1個に連結することにより、前記ロータの前記向きを検出することを特徴とする3自由度回転システム。

16. 請求項14又は請求項15に記載の3自由度回転システムに対して、
少なくとも1個の前記エンコーダの各々が1個のアクチュエータを備えたことを特徴とする3自由度回転システム。

17. 請求項1～13のうちいずれか1項に記載の3自由度回転システムに対して、
少なくとも1個のアクチュエータが、前記ガイドレール、前記軸及び前記軸受けのうち少なくとも1個を回転させることにより、前記ロータを回転させることを特徴とする3自由度回転システム。

18. 請求項17に記載の3自由度回転システムに対して、
少なくとも1個の前記アクチュエータが複数の歯車を介して、前記ガイドレール、前記軸及び前記軸受けのうち少なくとも1個に連結することにより、前記ロータを回転させることを特徴とする3自由度回転システム。

19. 請求項14、15又は16に記載の3自由度回転システムに対して、
少なくとも1個の前記エンコーダが、コンピュータシステムに接続されることにより、前記コンピュータシステムが前記ロータの回転角度を計算することを特徴とする3自由度回

転システム。

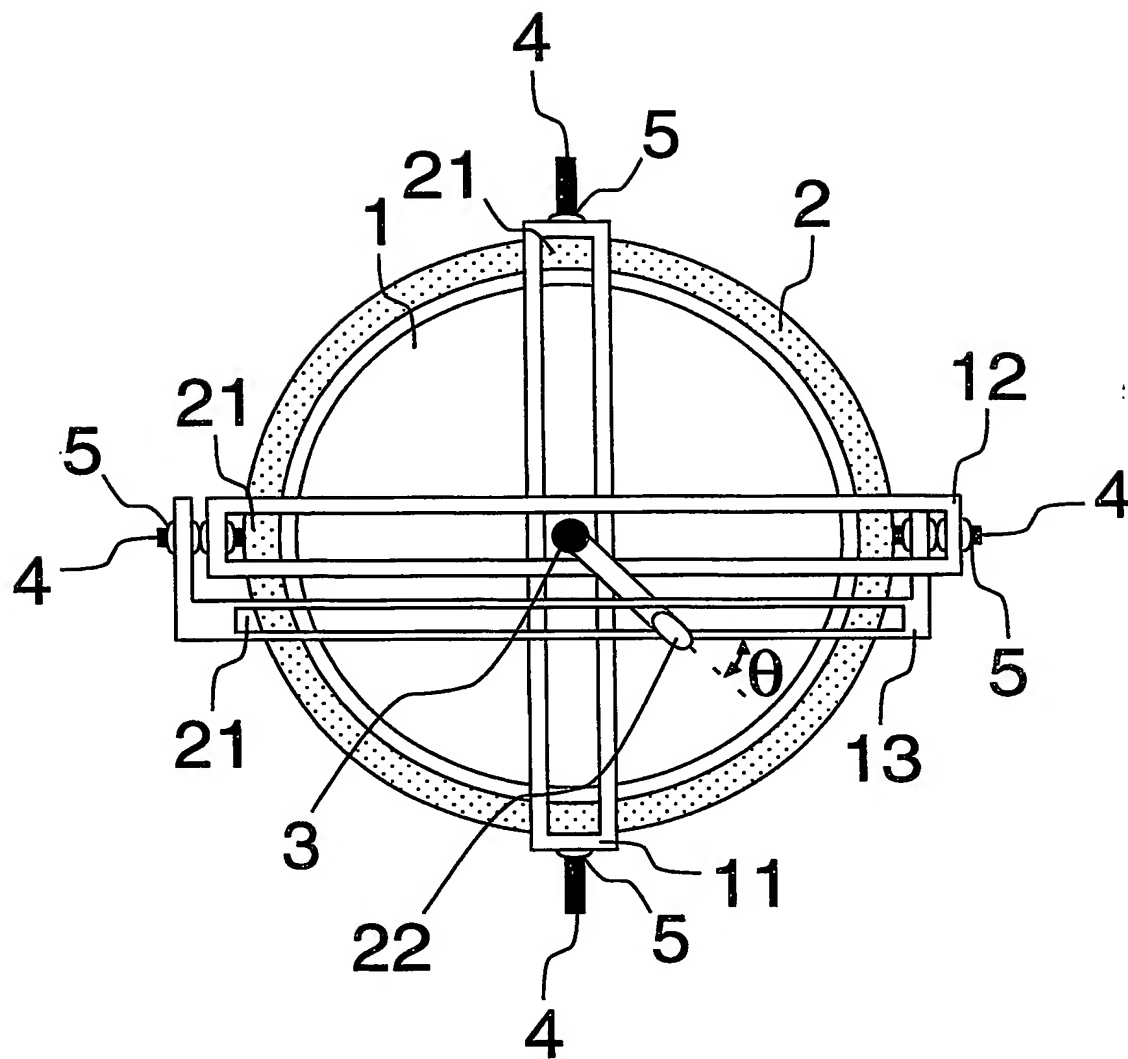
20. 請求項16、17又は18記載の3自由度回転システムに対して、
少なくとも1個の前記アクチュエータが、コンピュータシステムに接続されることにより、前記コンピュータシステムが前記ロータを回転させることを特徴とする3自由度回転システム。

21. 請求項20記載の3自由度回転システムに対して、
前記指示棒と反対方向を撮影するカメラが前記ロータに埋め込まれたことを特徴とする人工眼球。

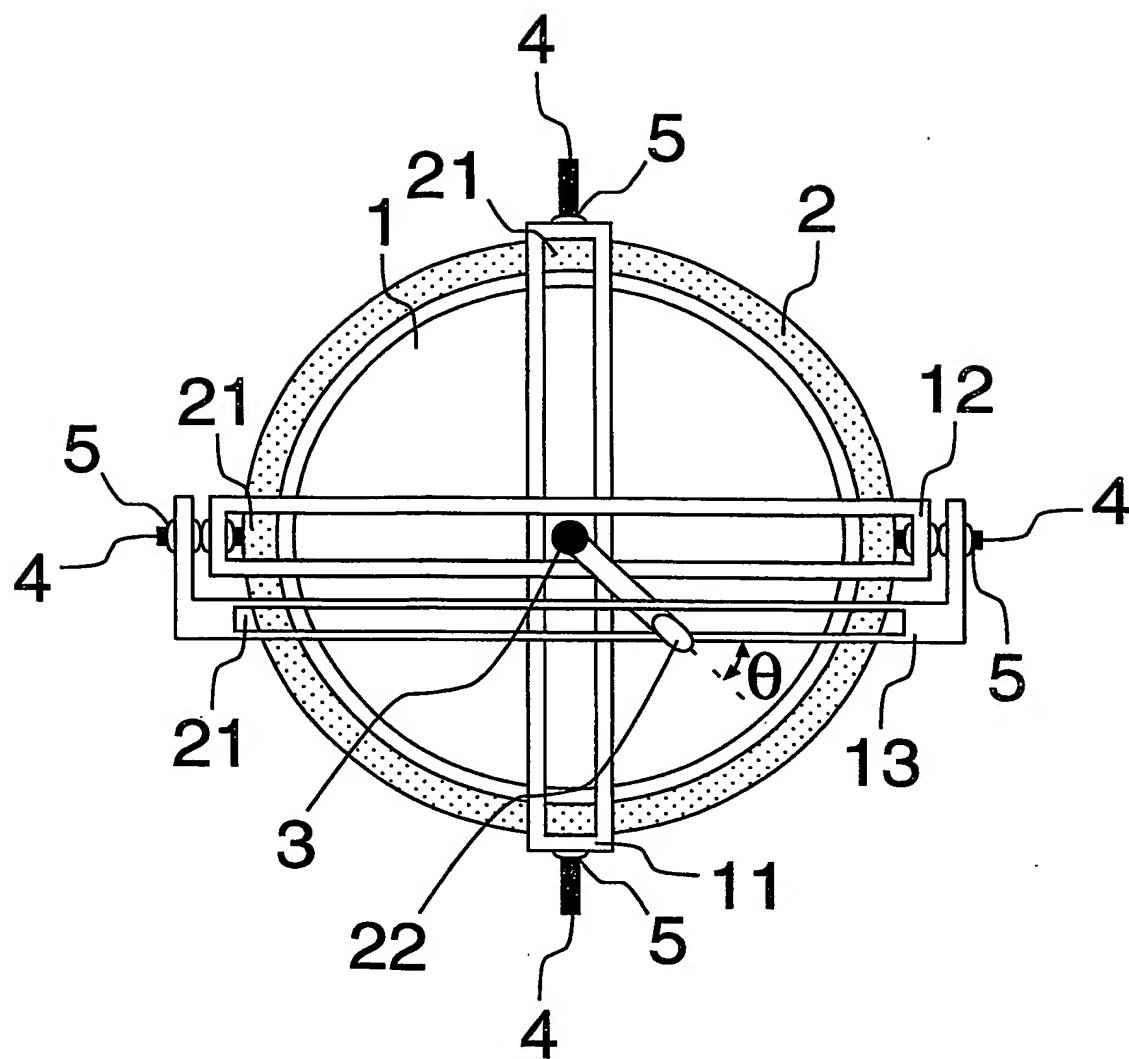
22. 請求項21記載の人工眼球において、
前記コンピュータシステムが、
前記カメラによって撮影された画像を記憶することと、
前記画像の各画素の順番を入れ替えて出力することと、
により、
前記画像が回転することを特徴とする人工眼球。

1/40

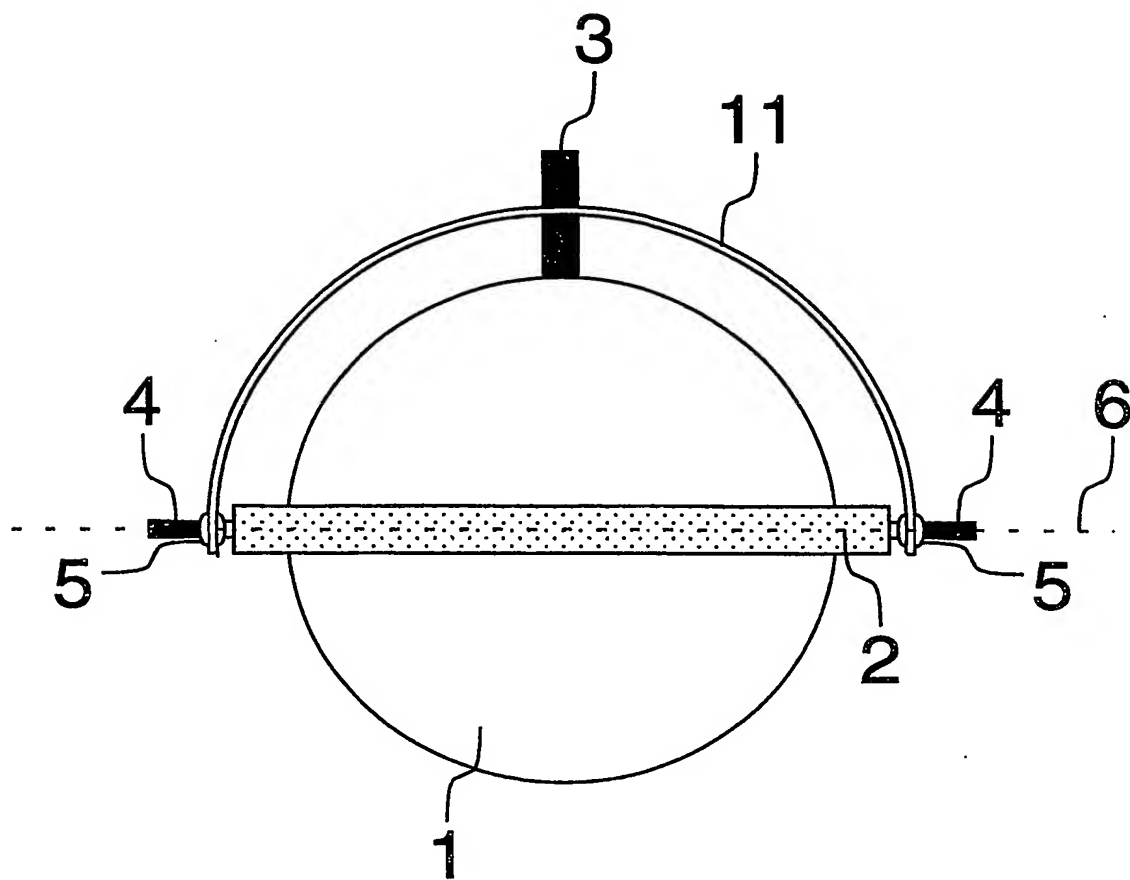
第1図



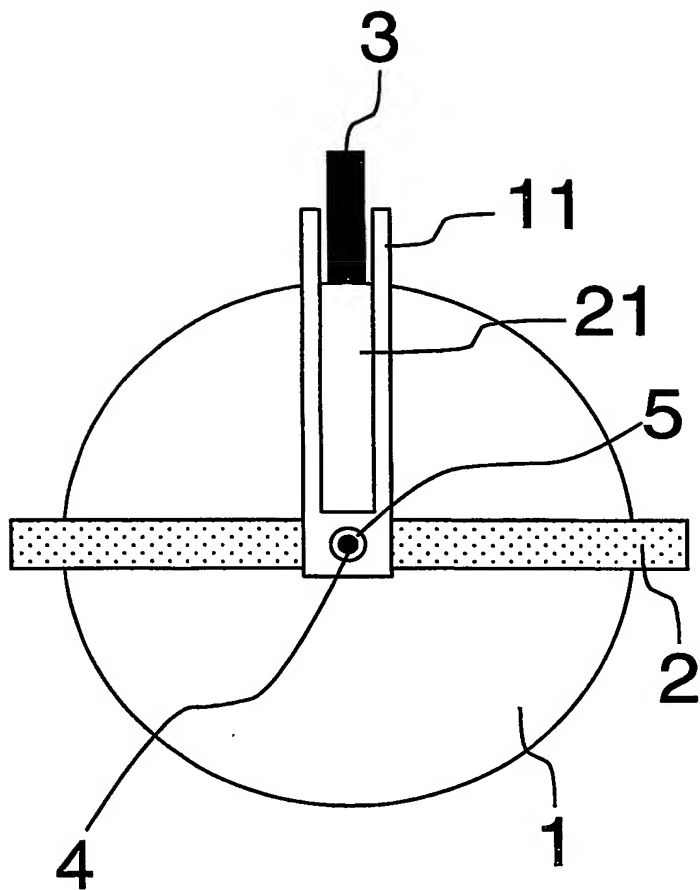
第2図



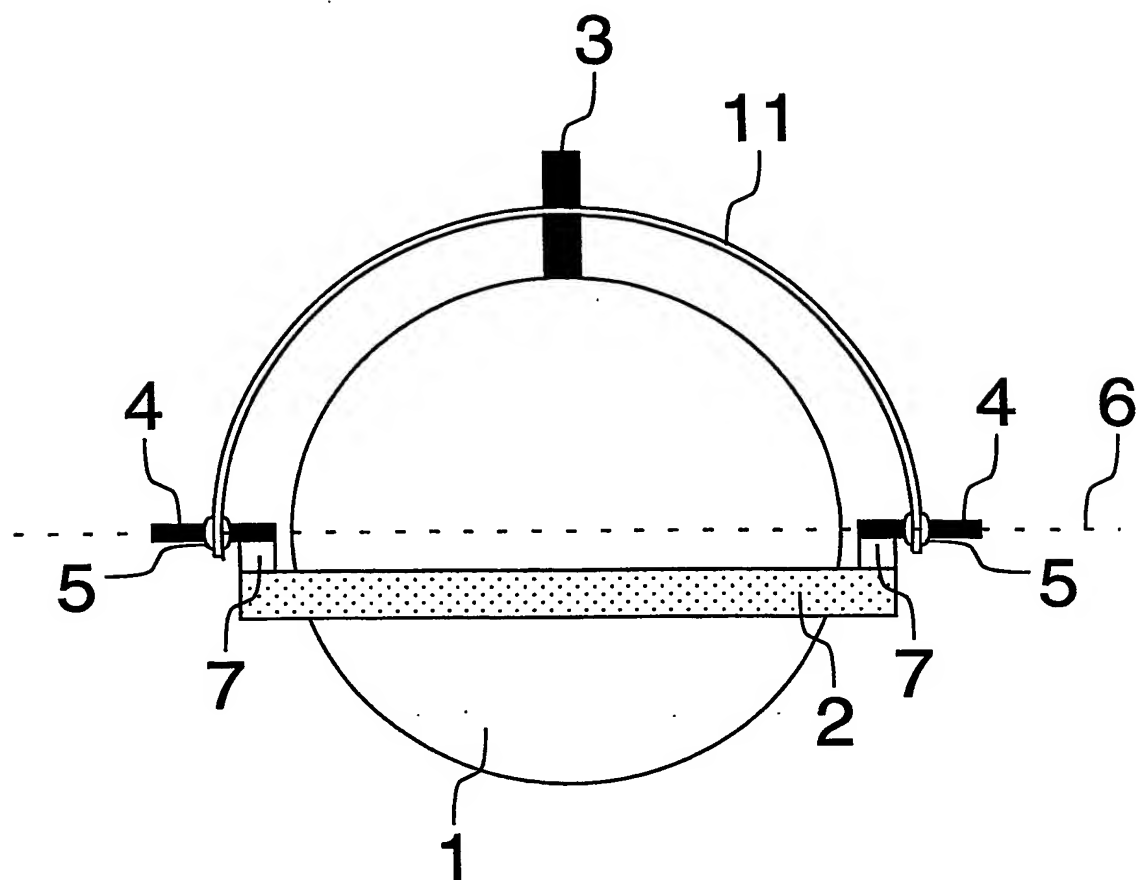
第3図



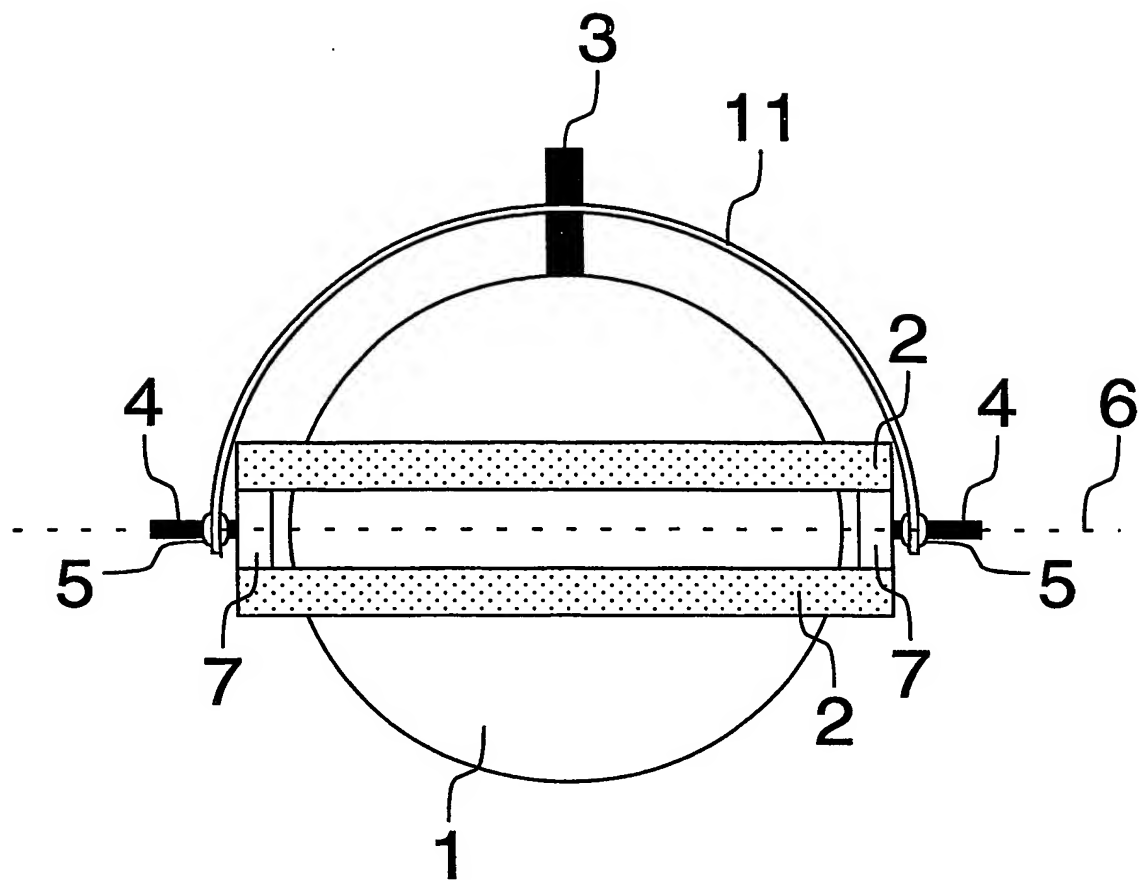
第4図



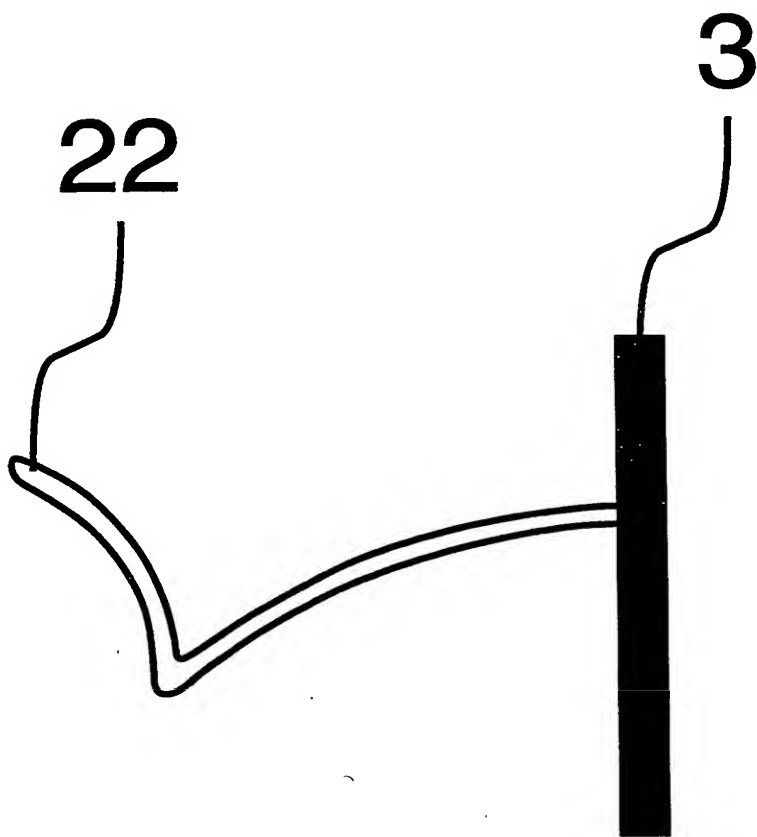
第5図



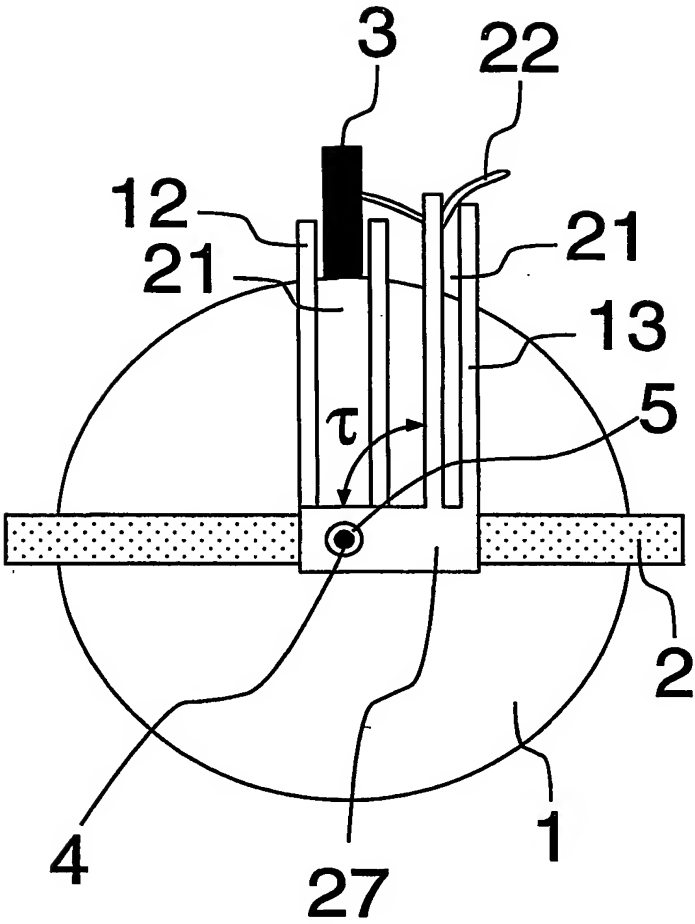
第6図



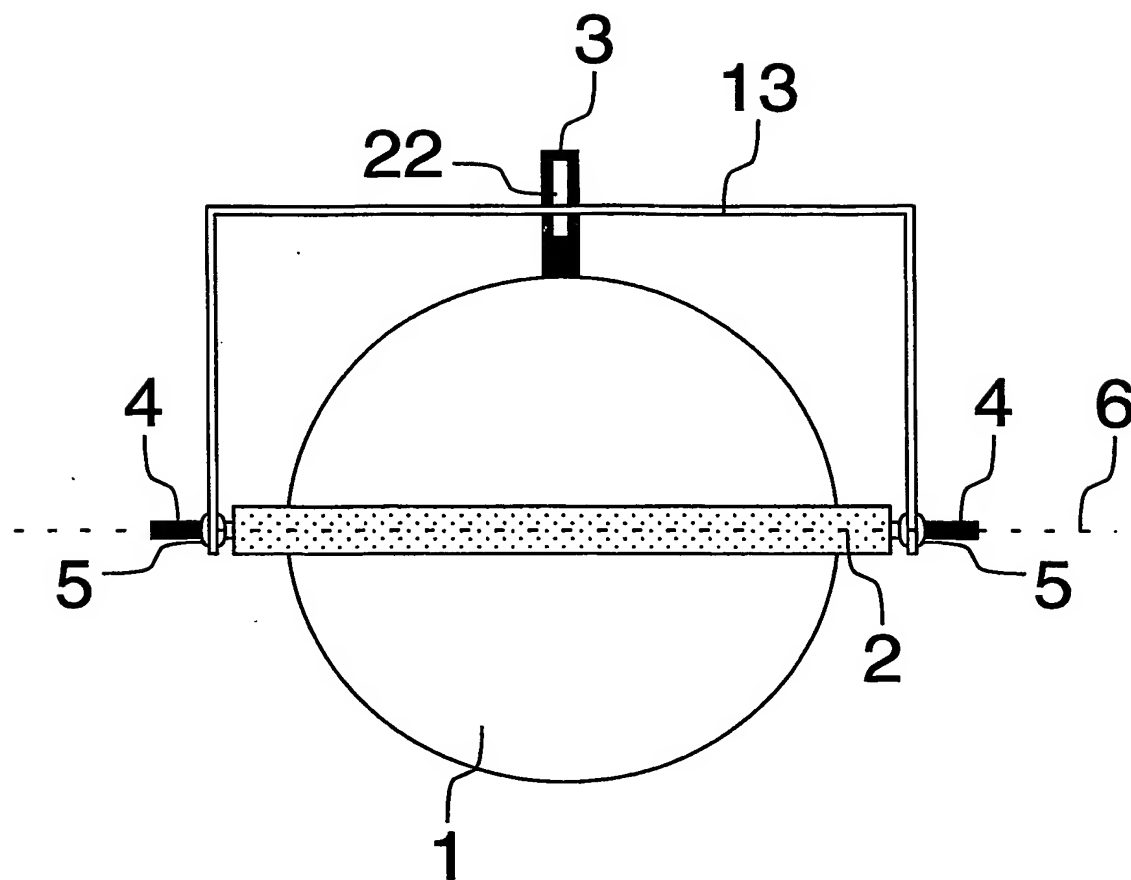
第7図



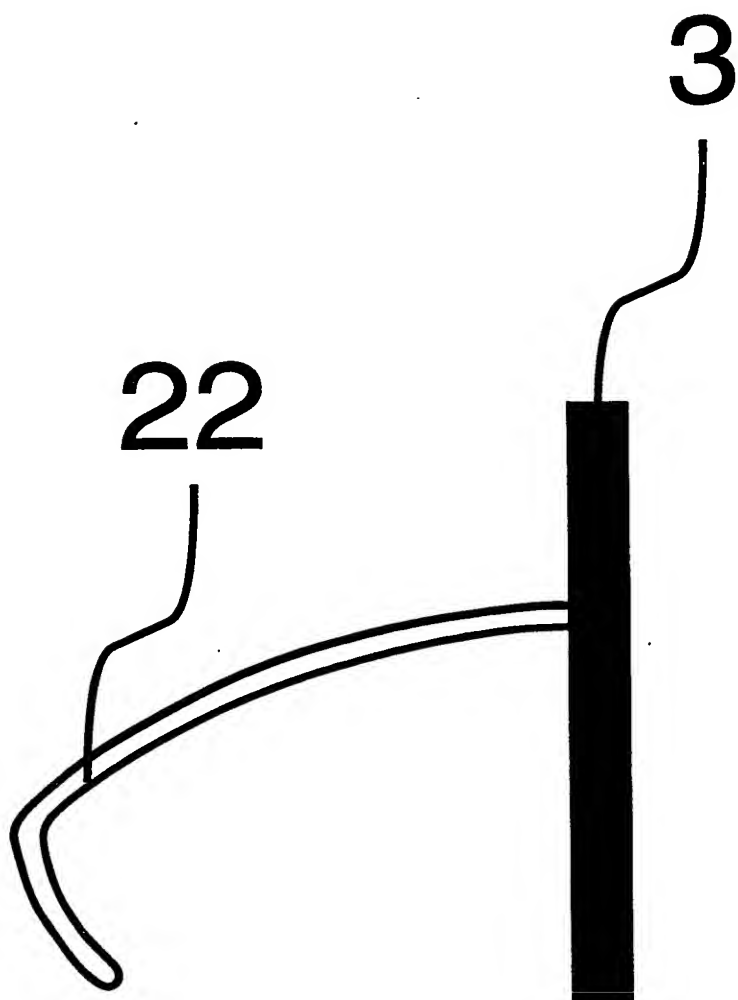
第 8 図



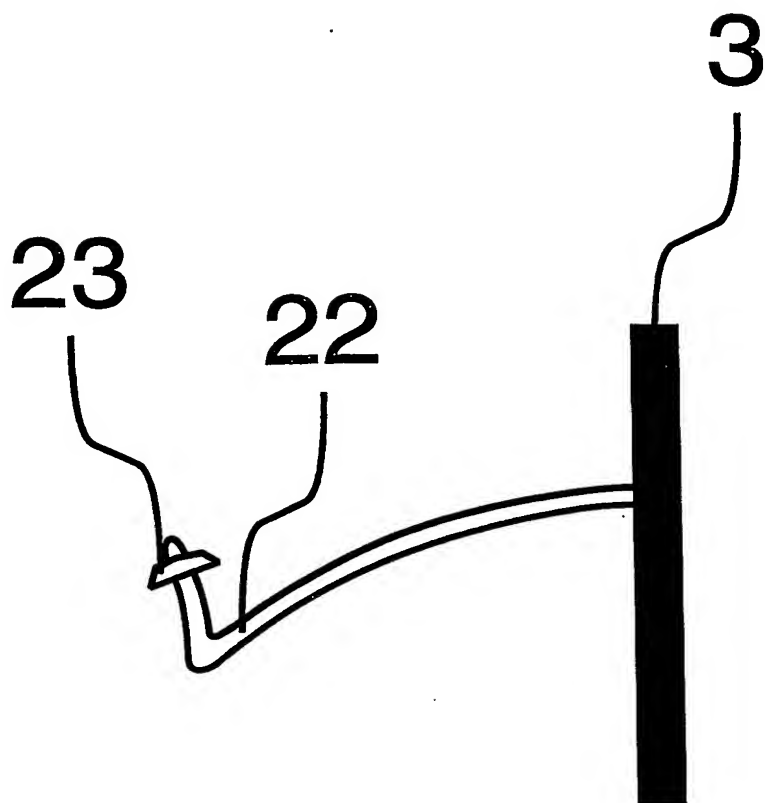
第9図



第10図

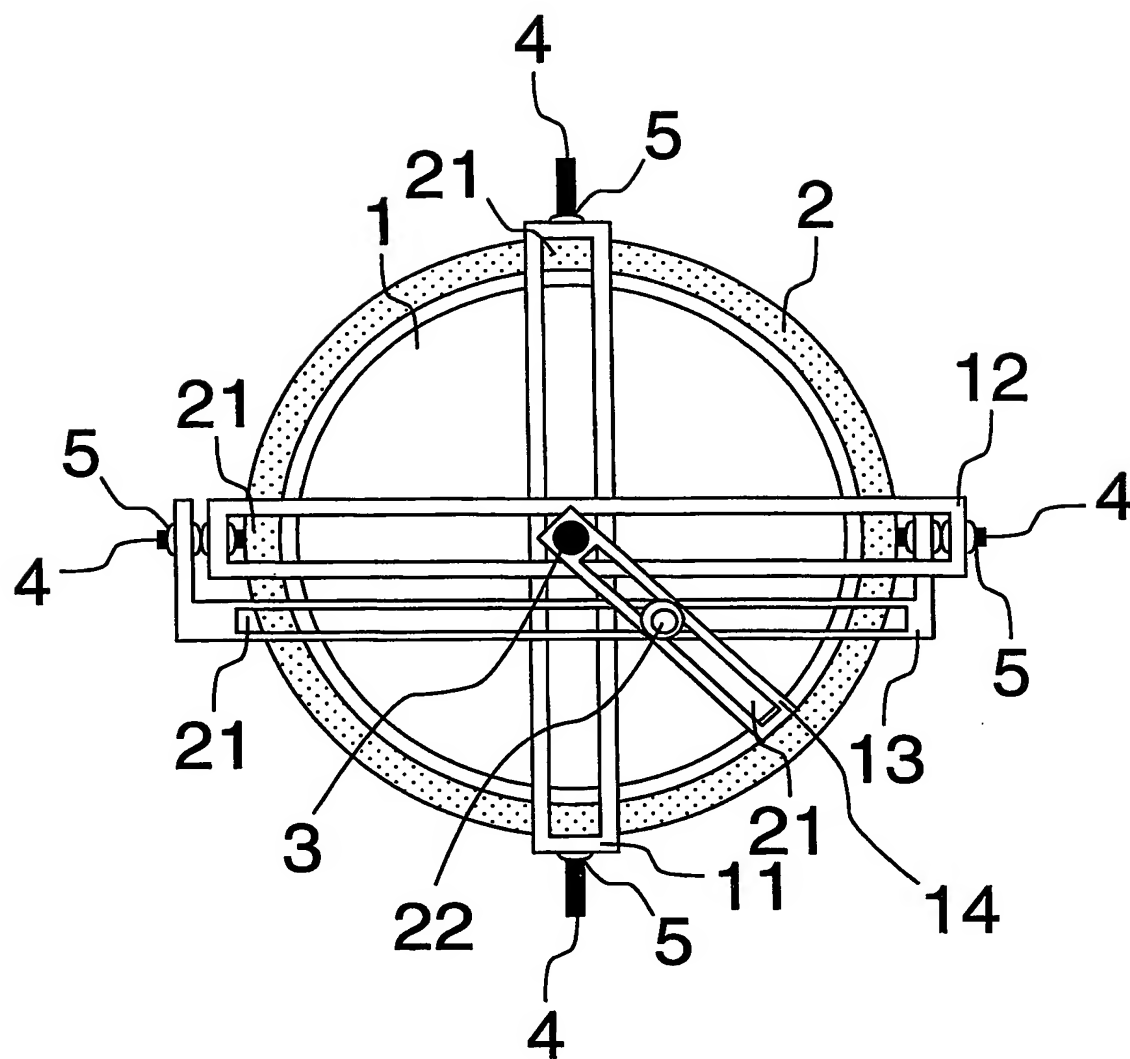


第11図

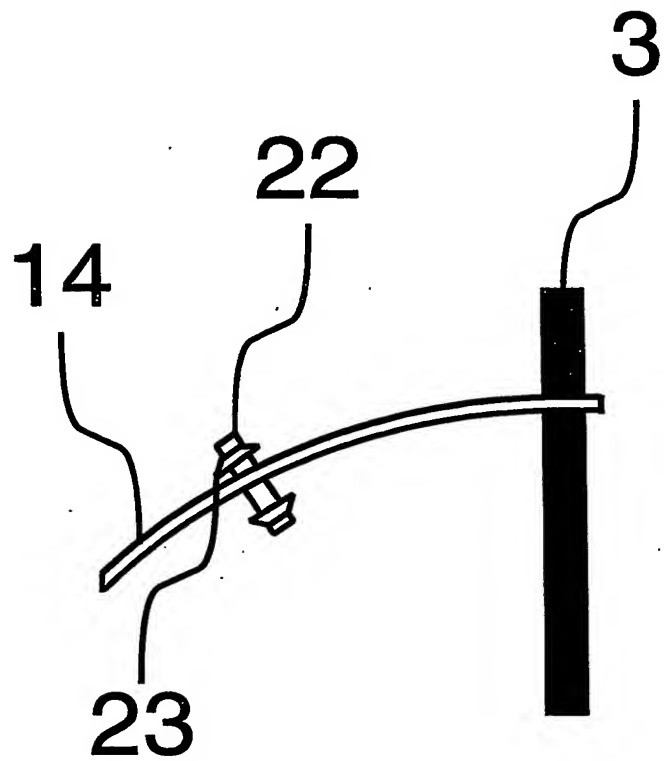


12/40

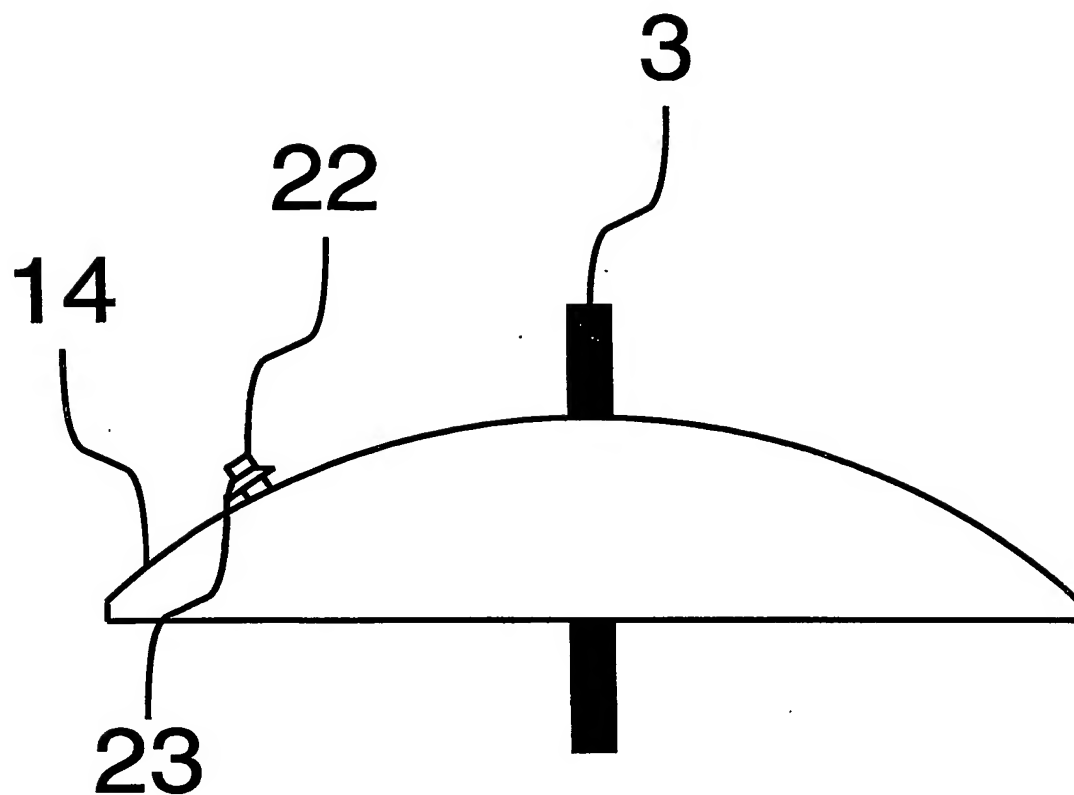
第12図



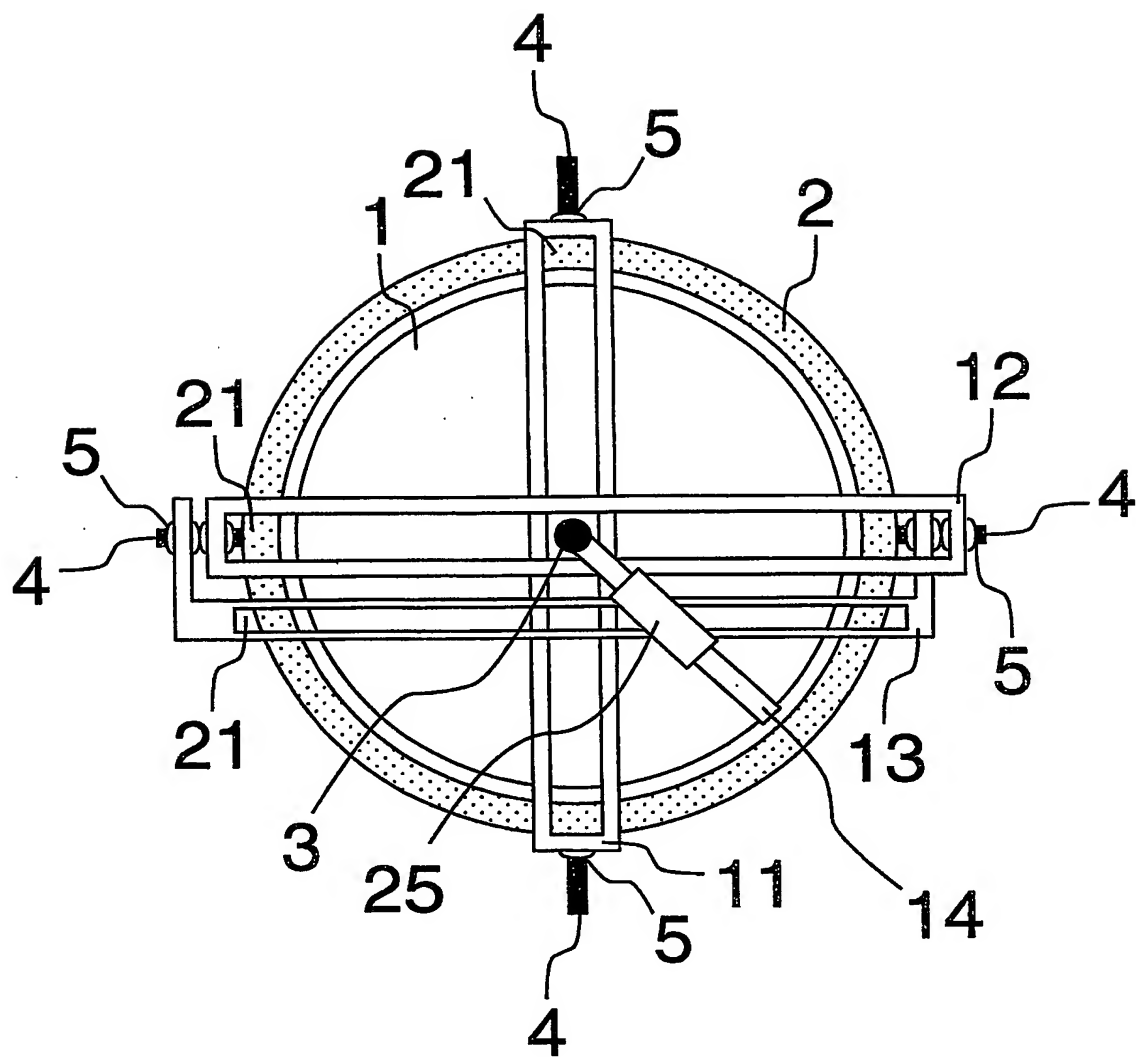
第 1 3 図



第14図

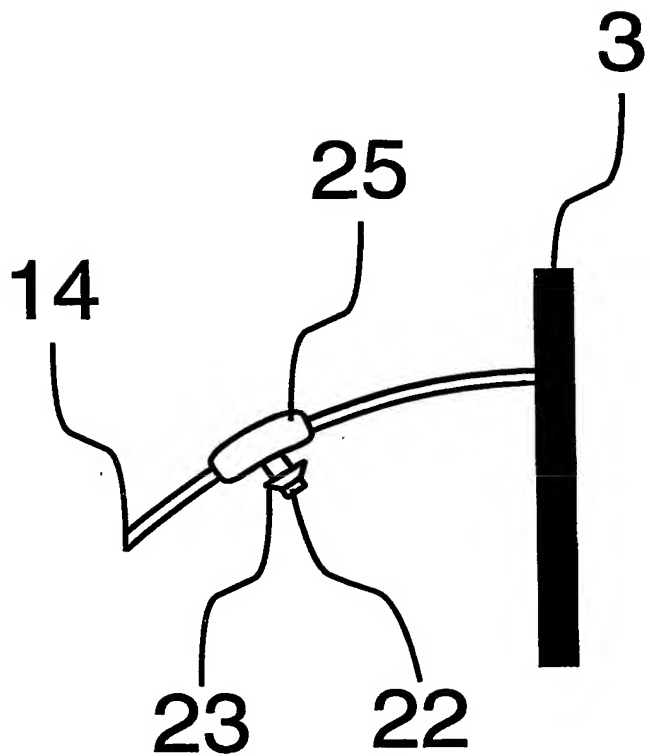


第15図



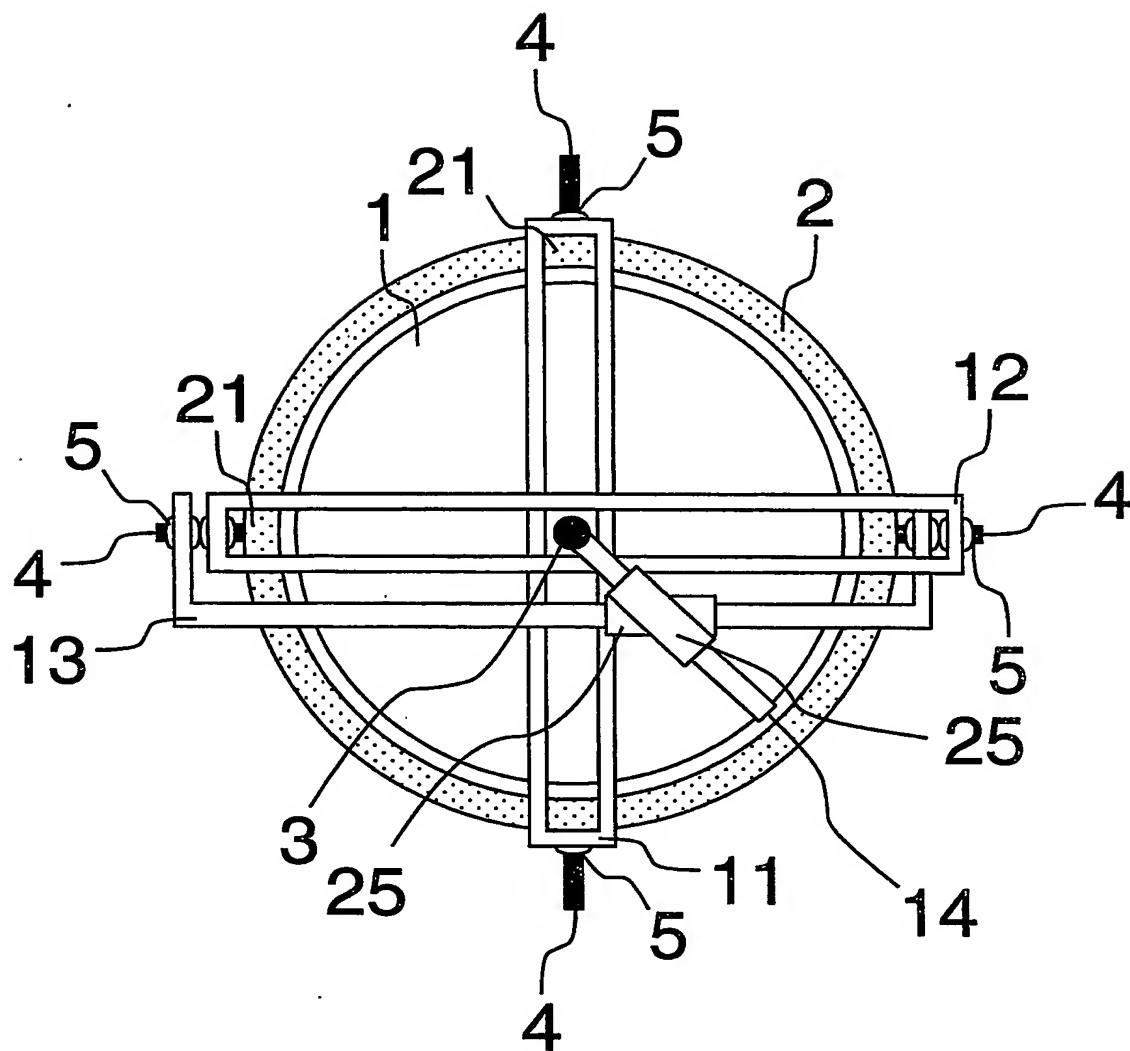
16/40

第16図



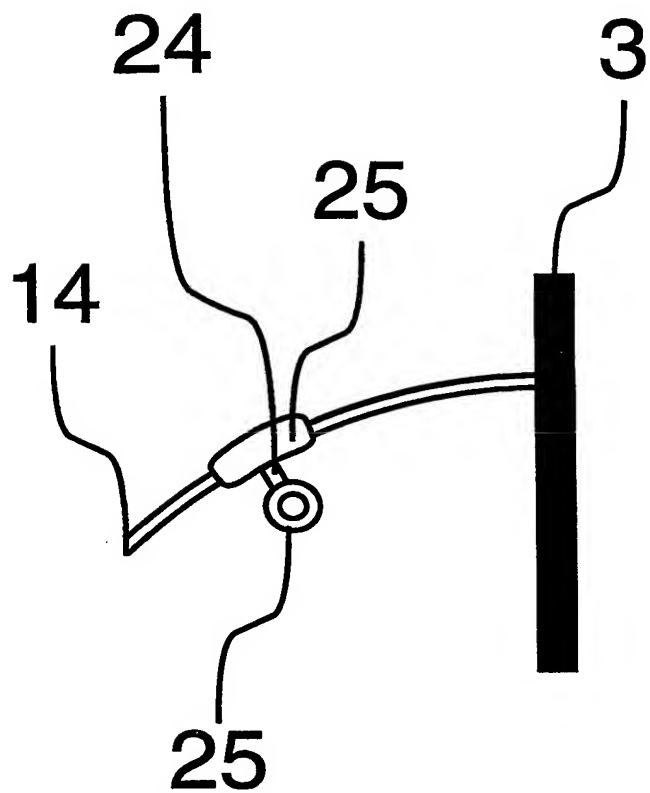
17/40

第 17 図

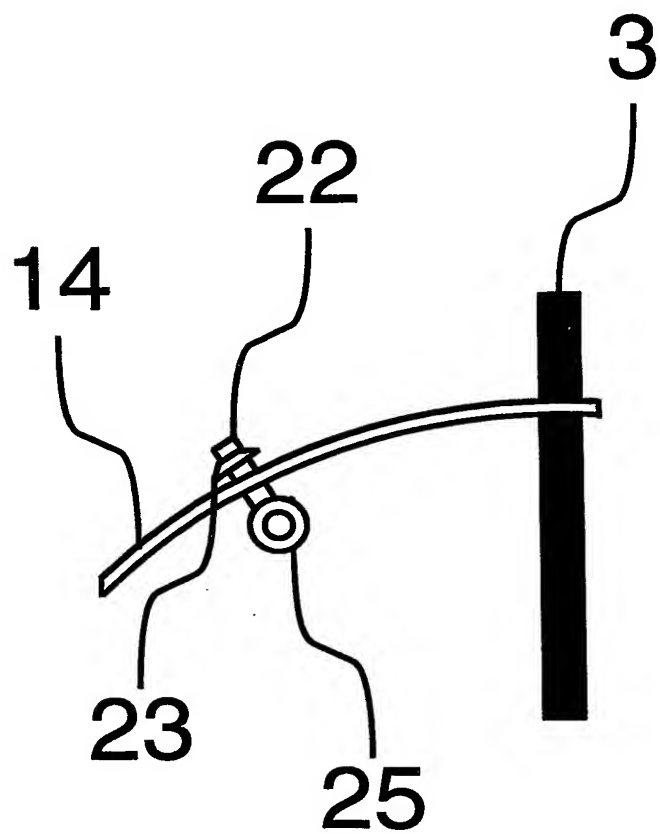


18/40

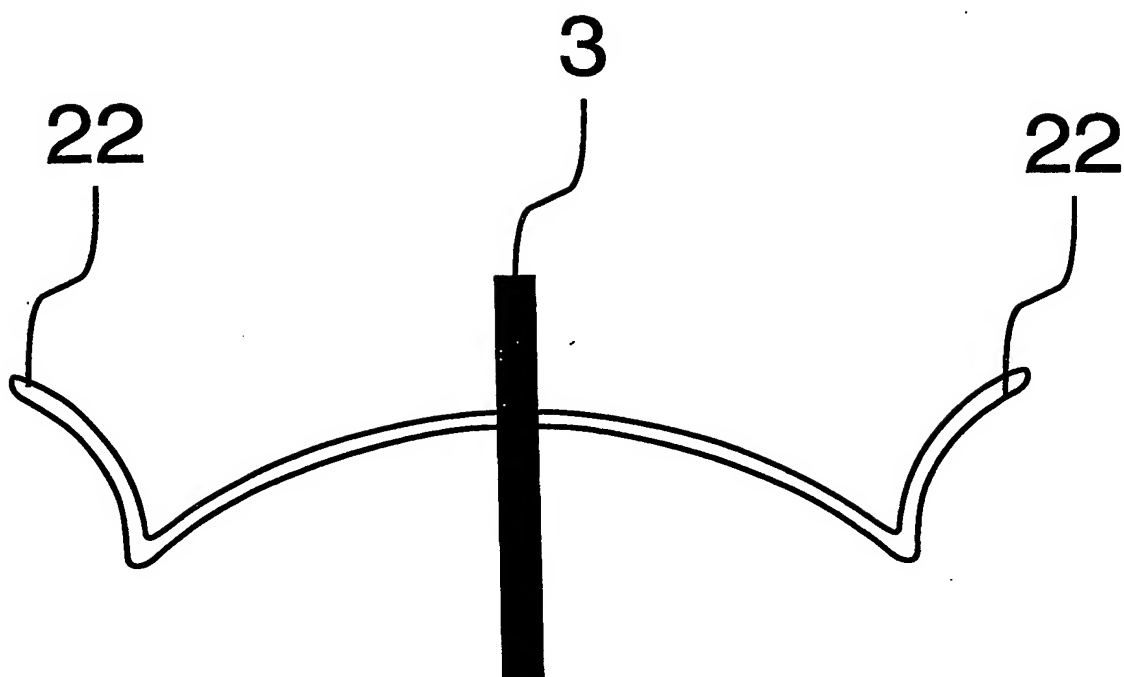
第18図



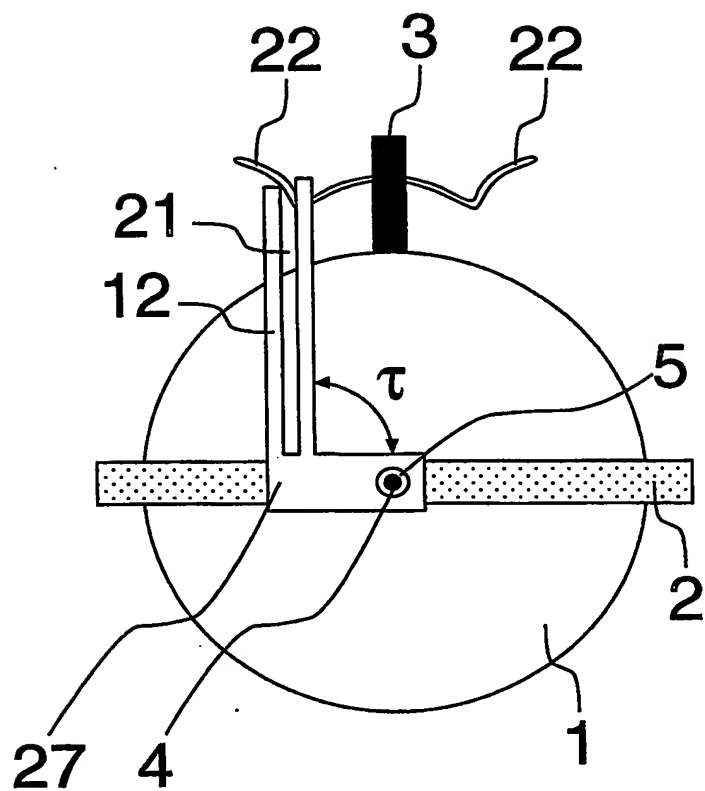
第20図



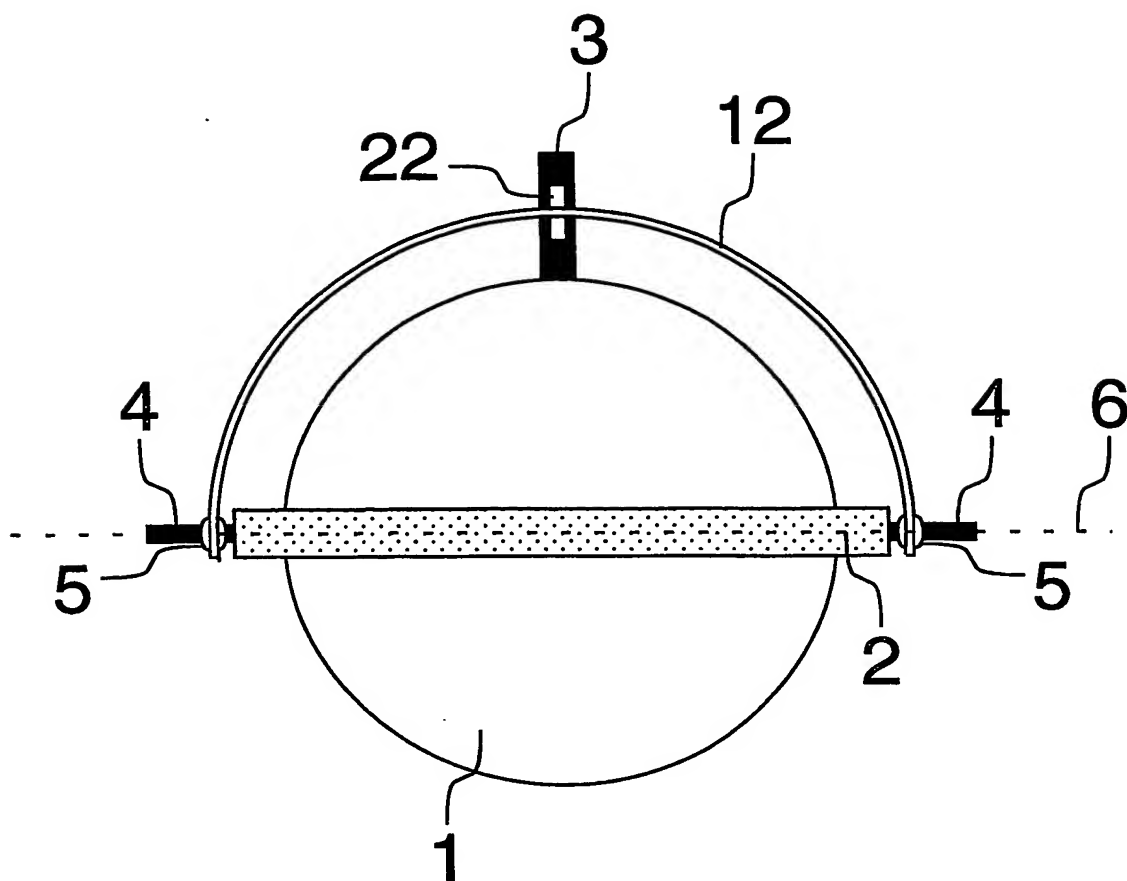
第 2 1 図



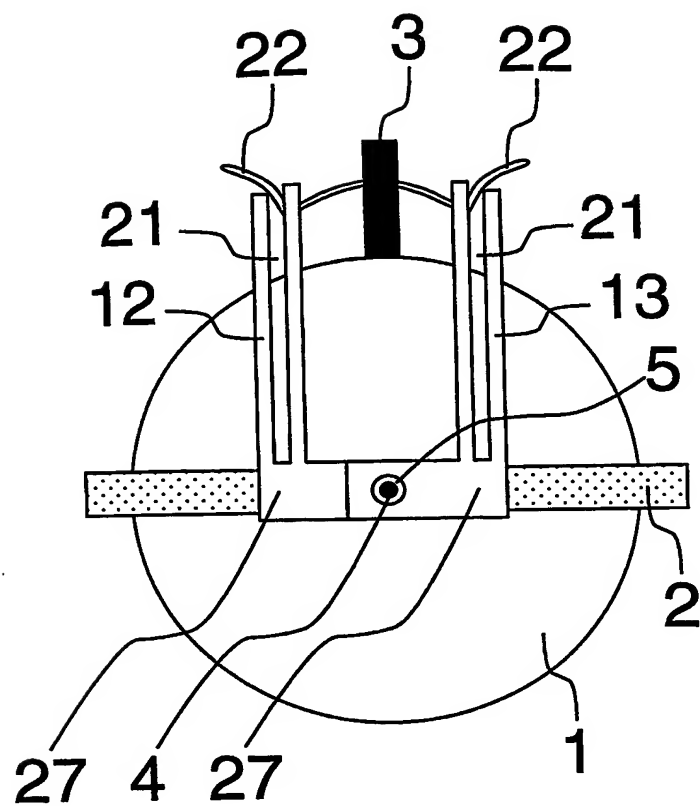
第 2 2 図



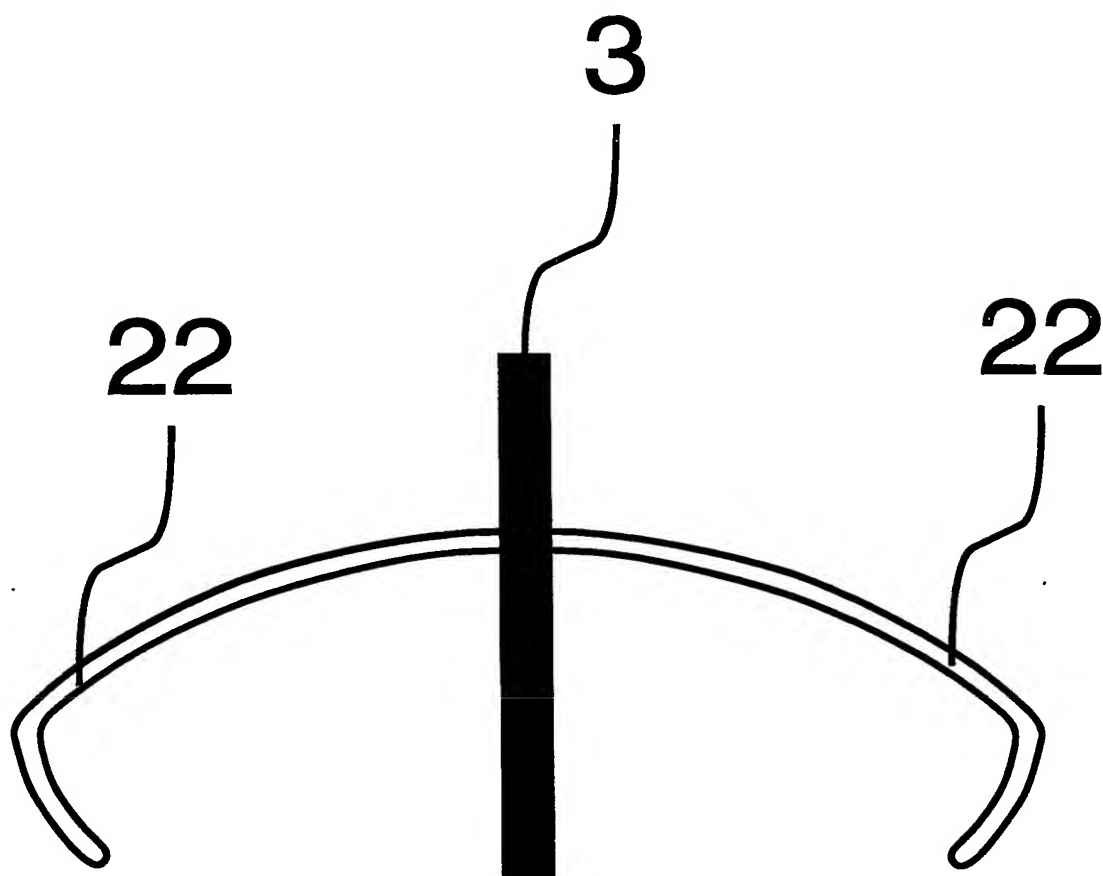
第 23 図



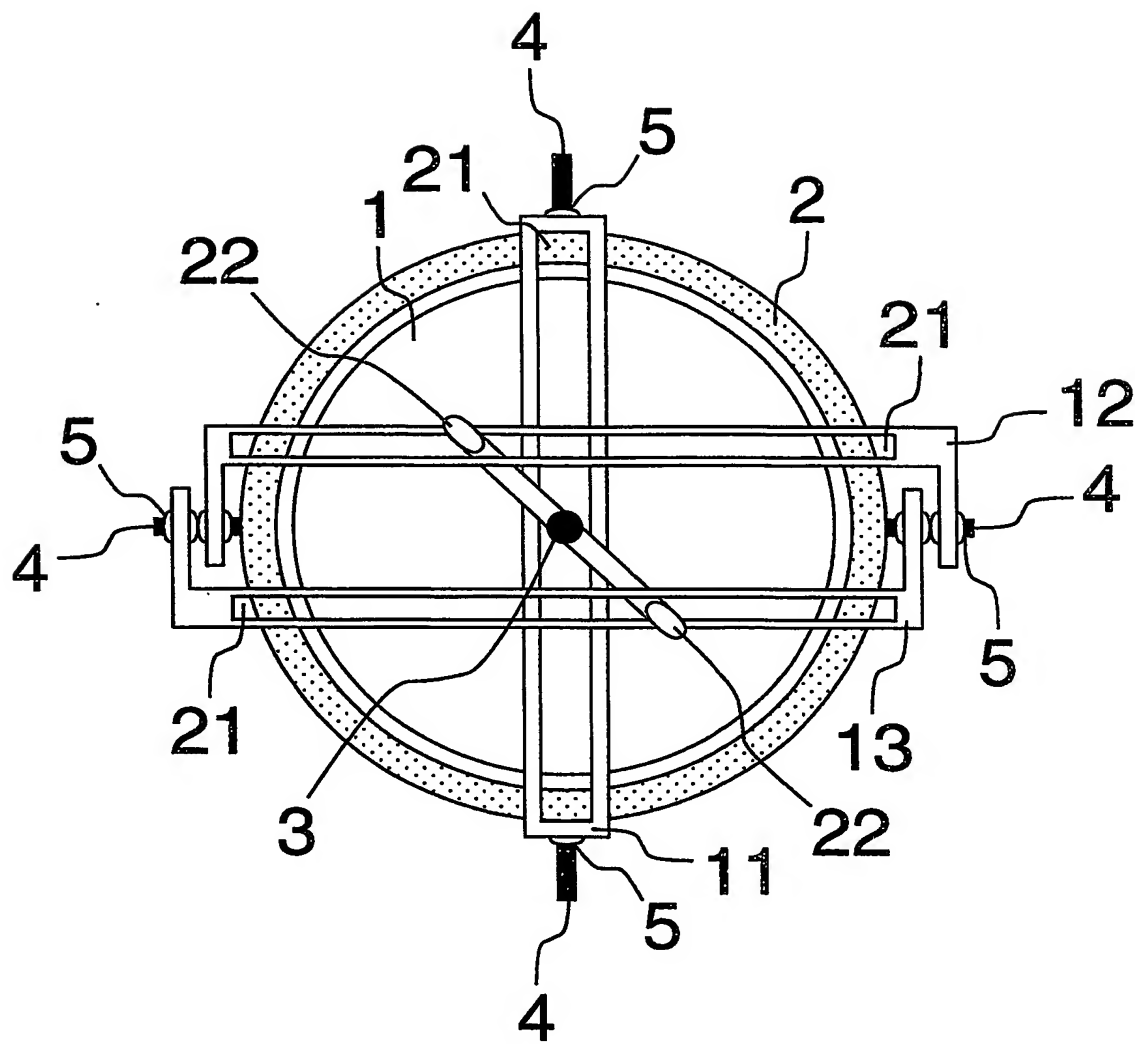
第 2 4 図



第 2 5 図

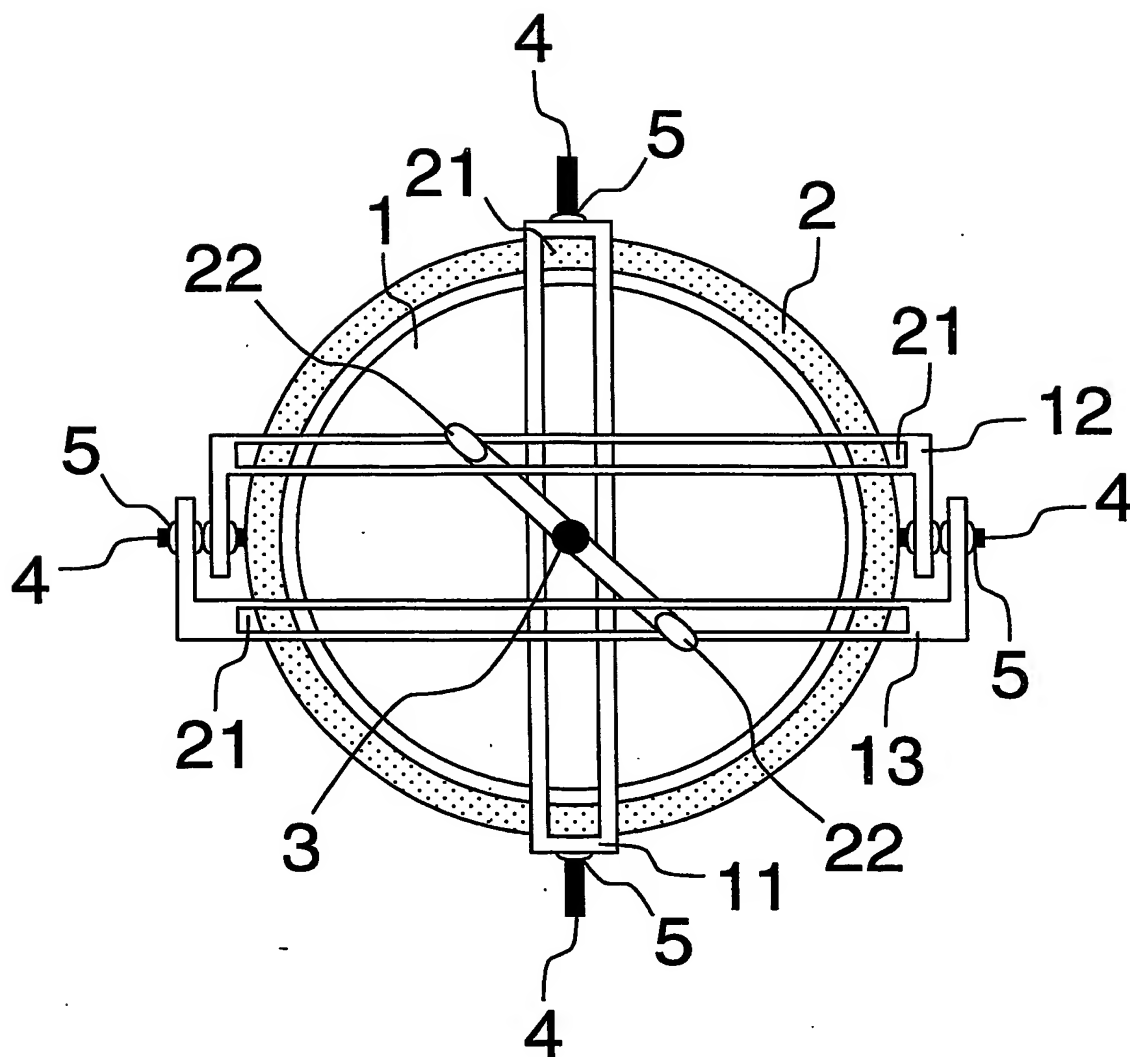


第 26 図

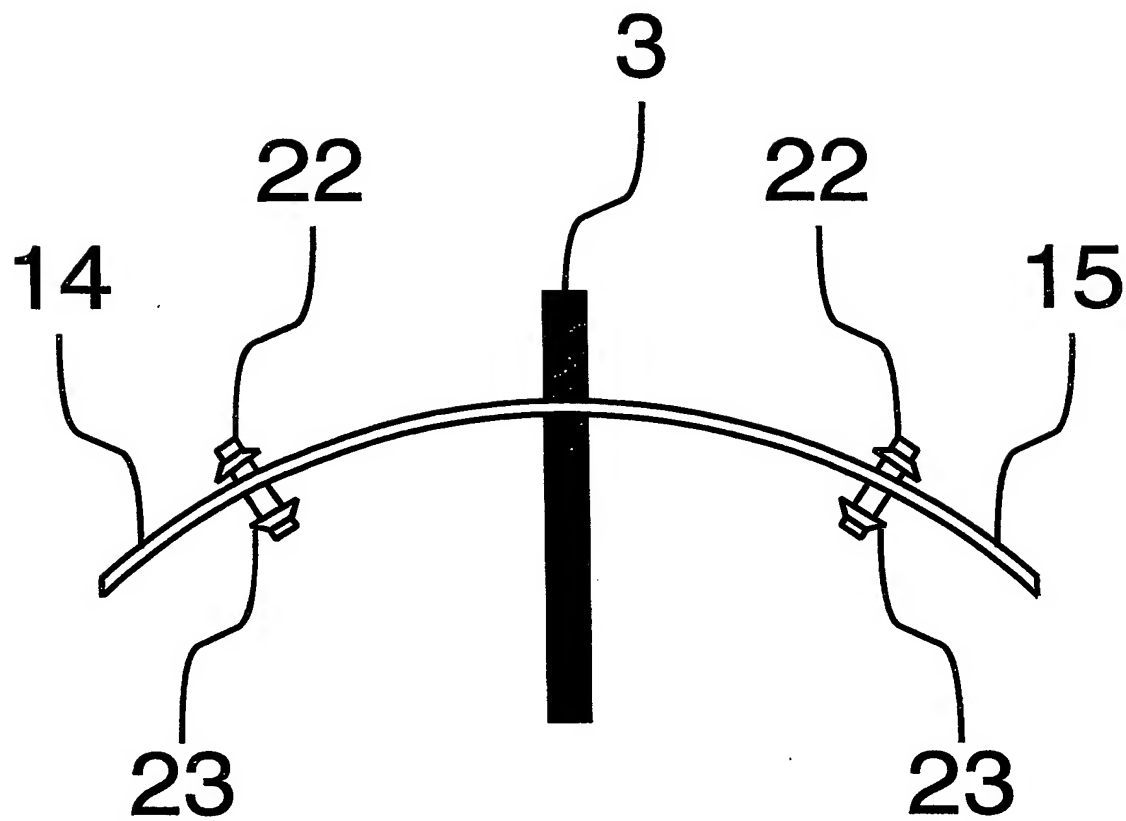


27/40

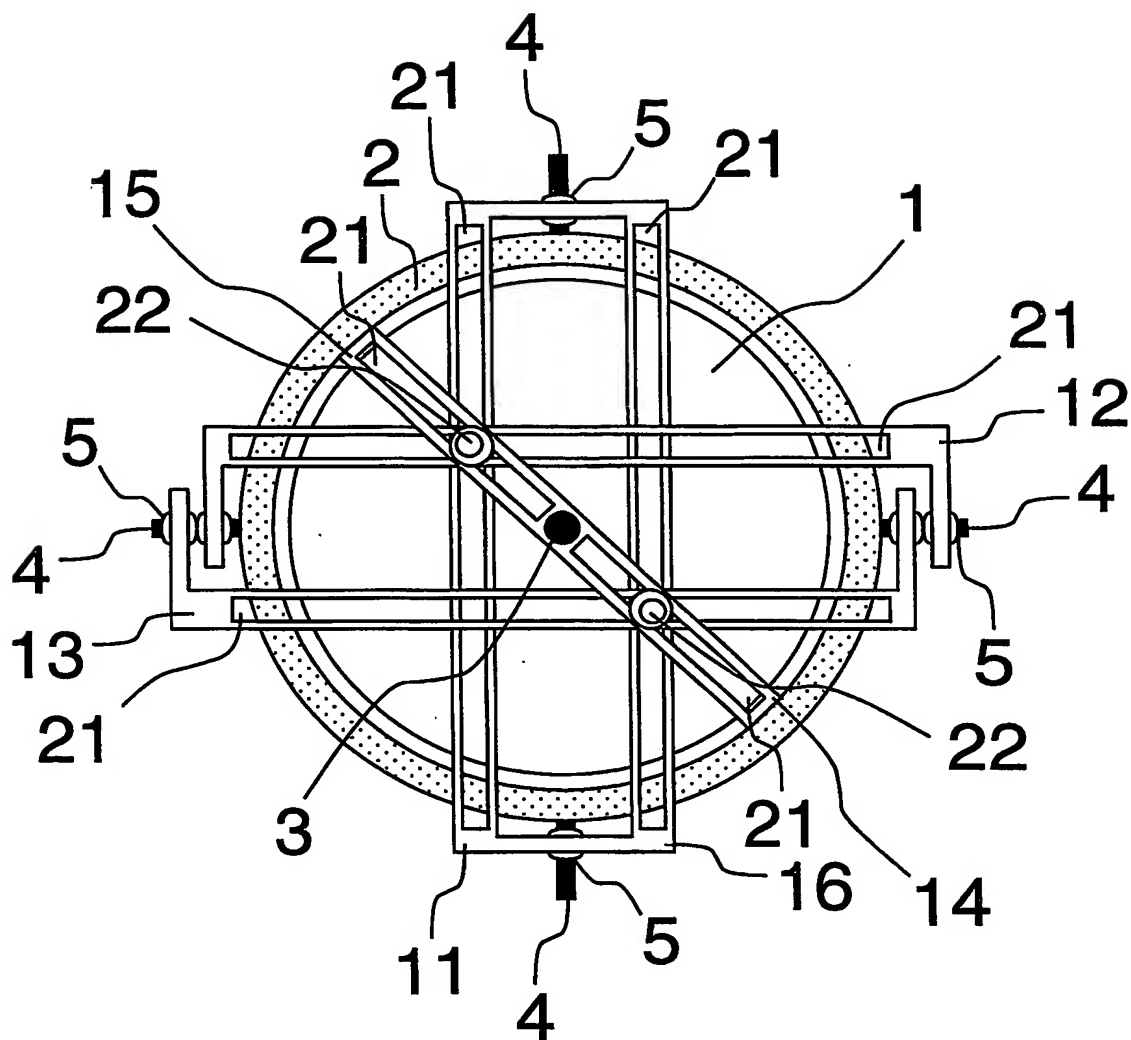
第 27 図



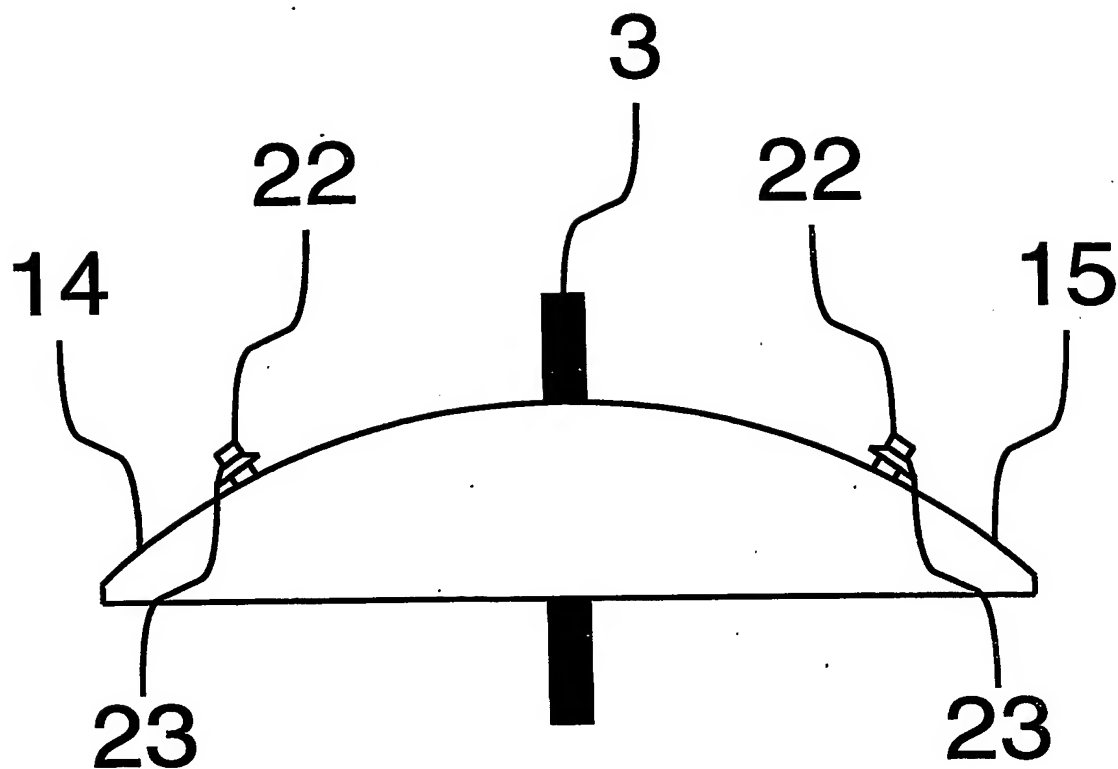
第28図



第 29 図

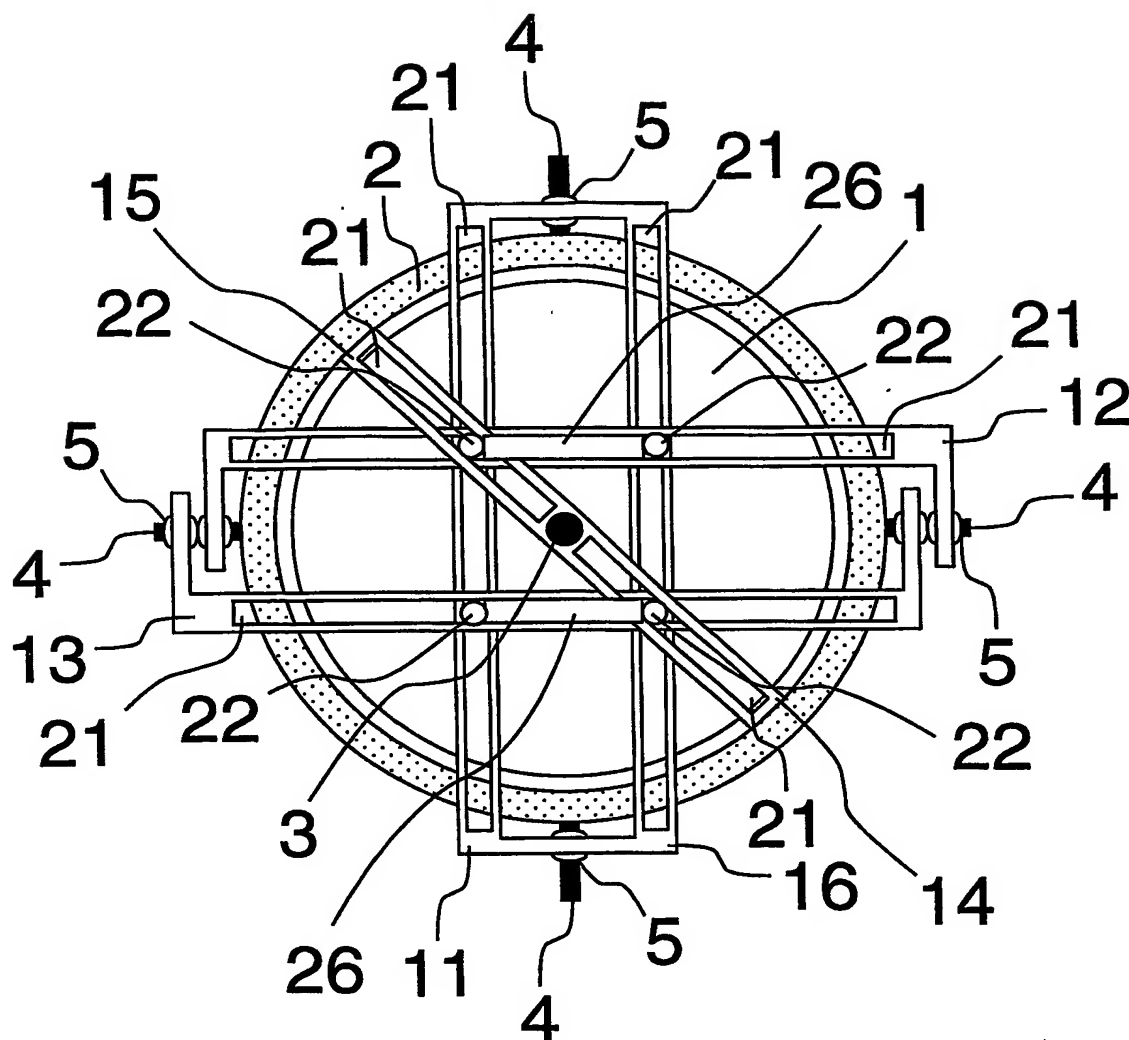


第30図

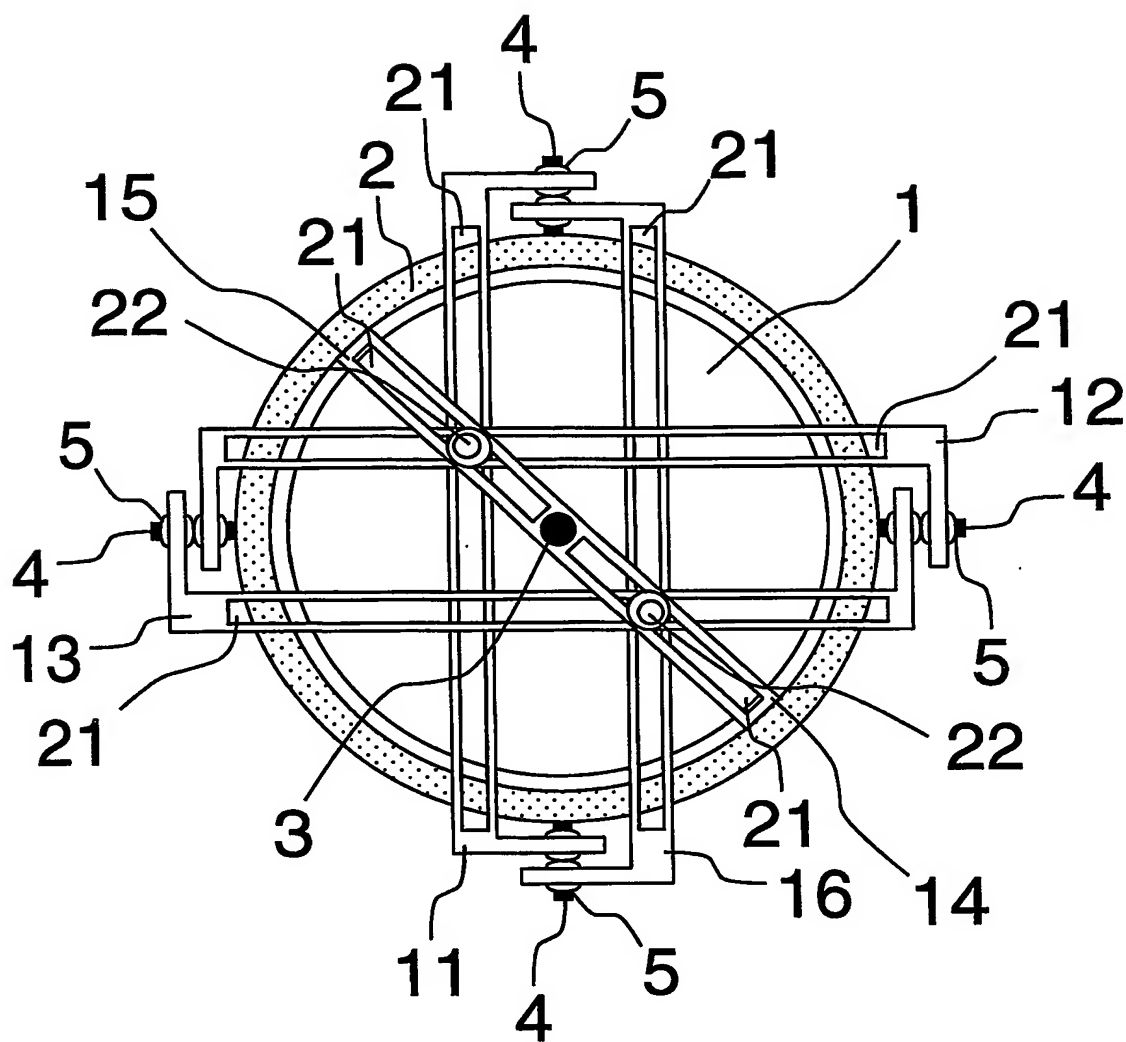


31/40

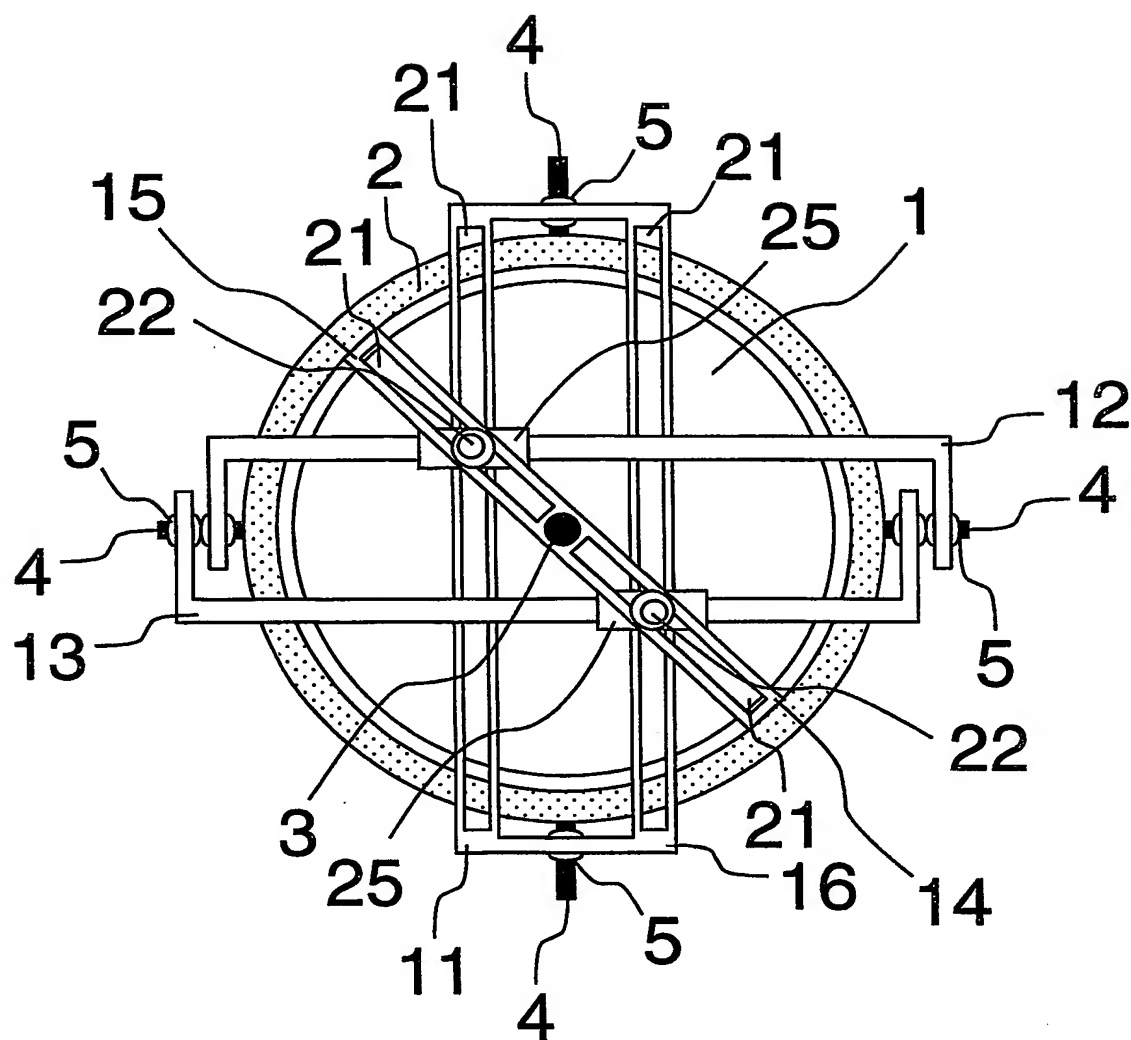
第 3 1 図



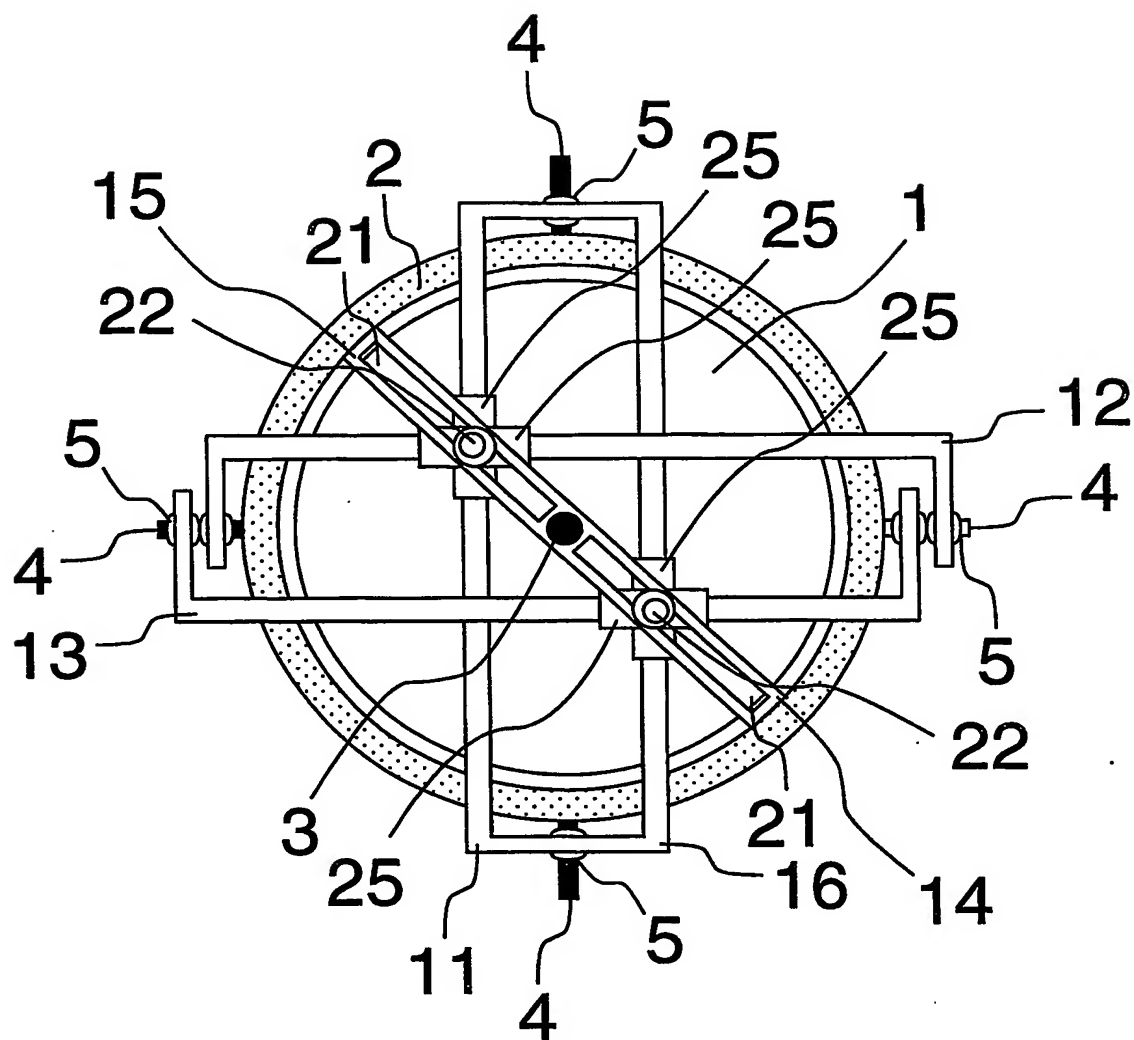
第32図



第 3 3 図

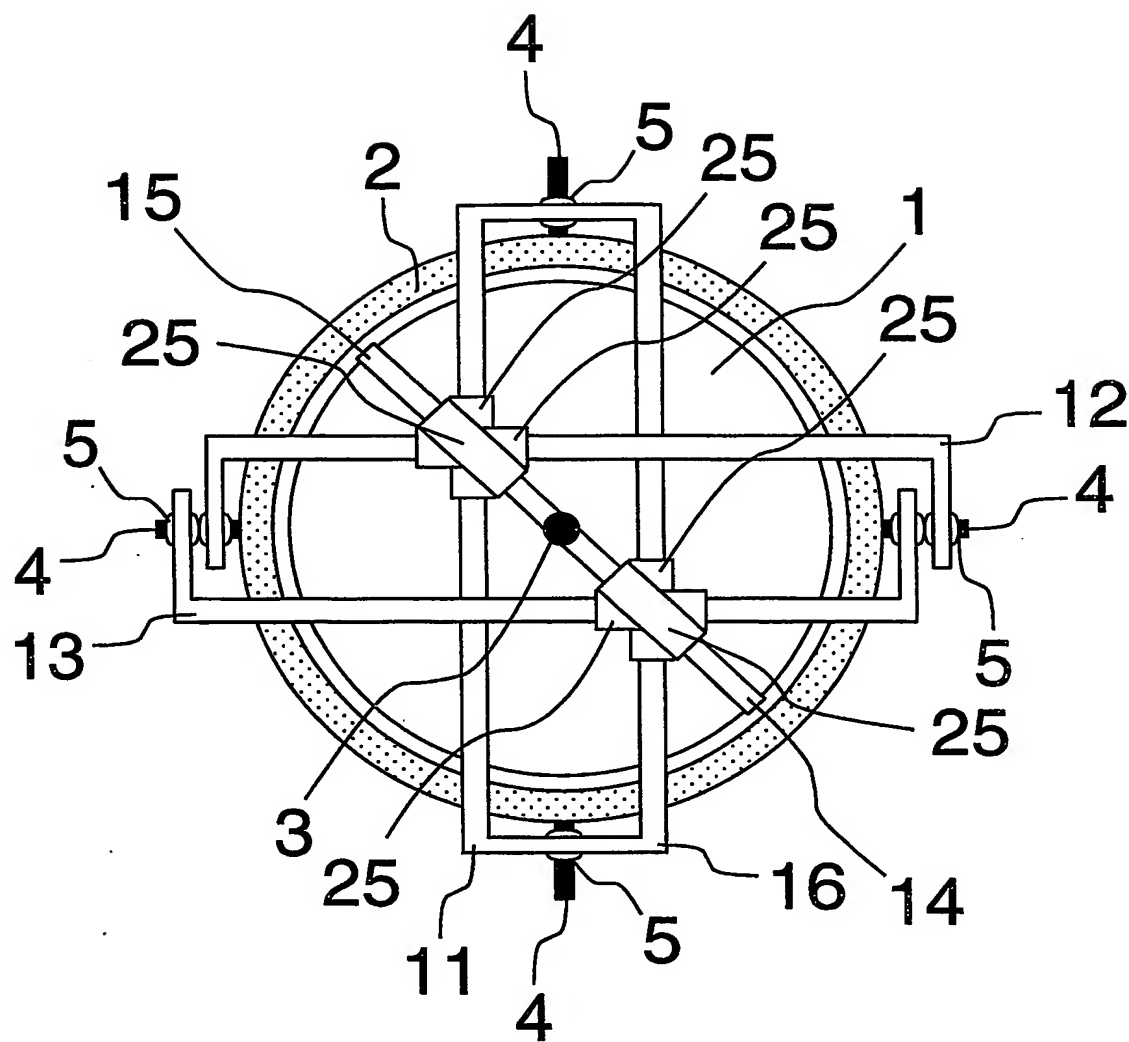


第 3 4 図



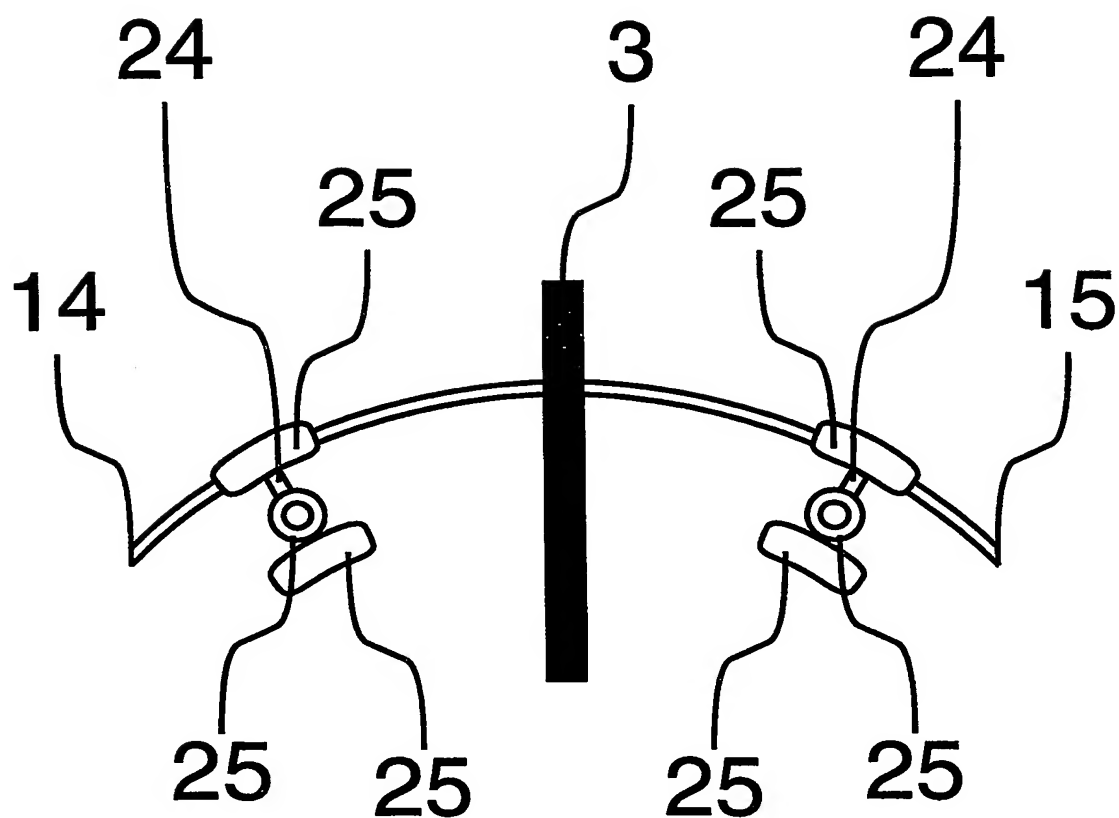
35/40

第 35 図

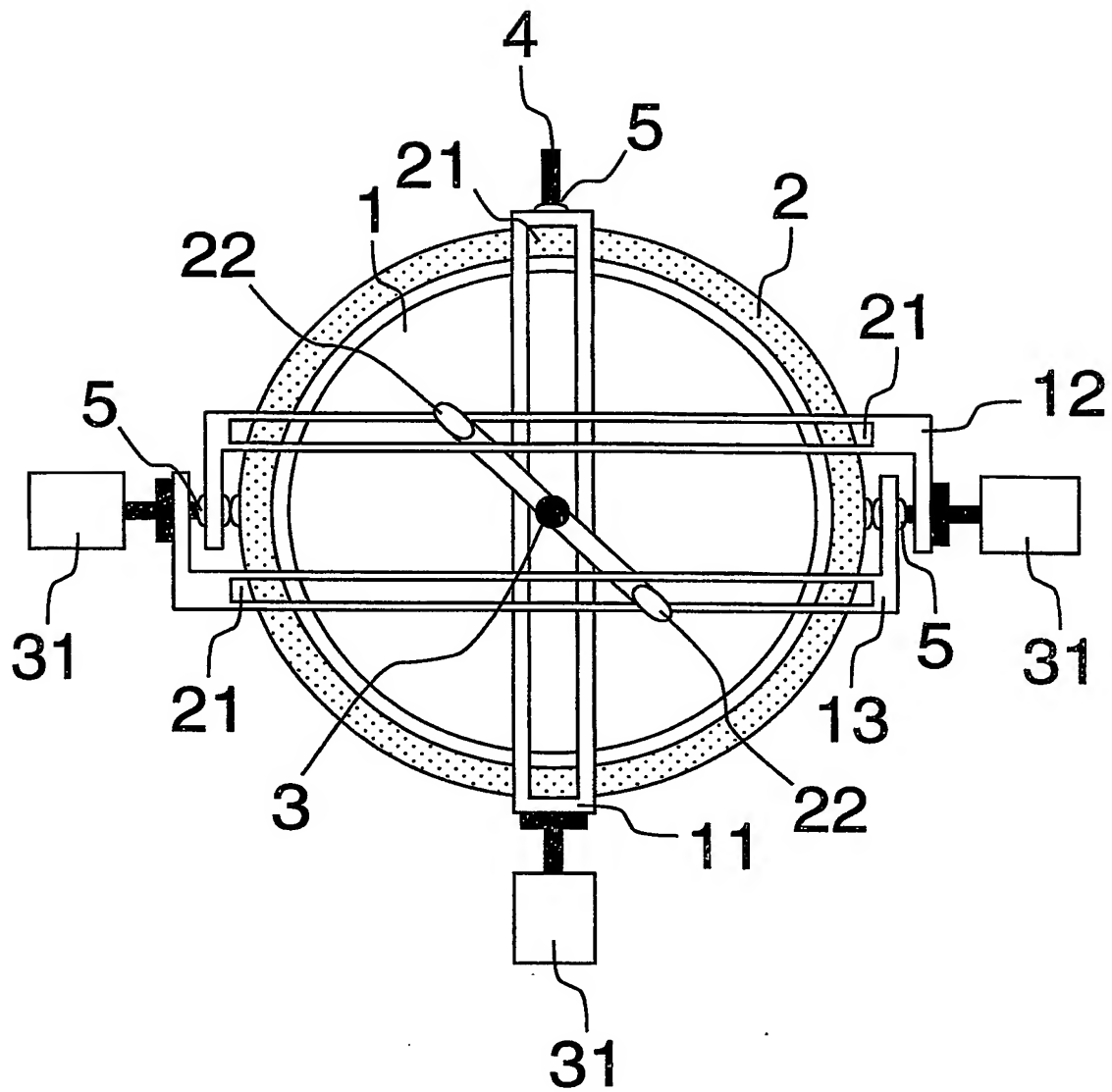


36/40

第 3 6 図

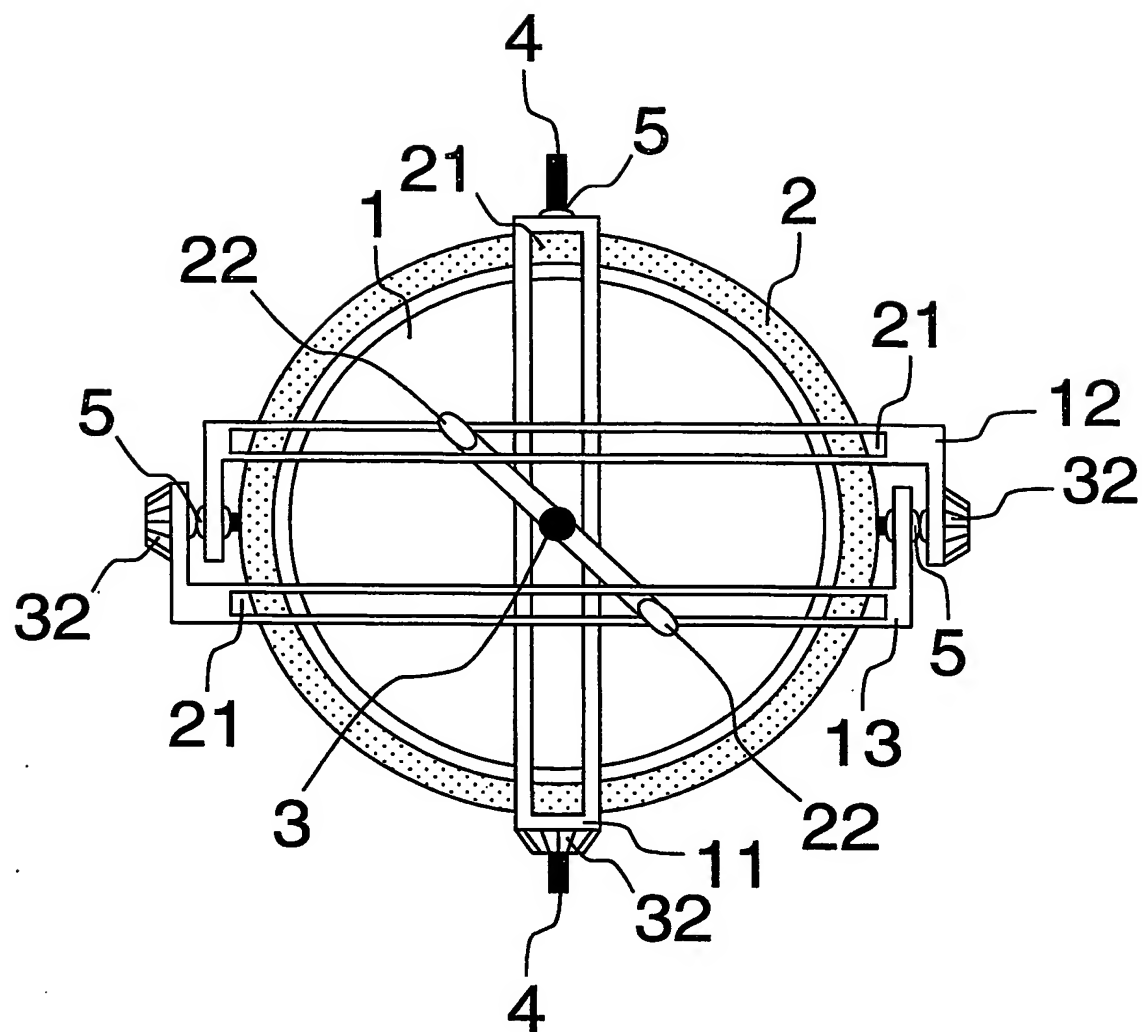


第 37 図

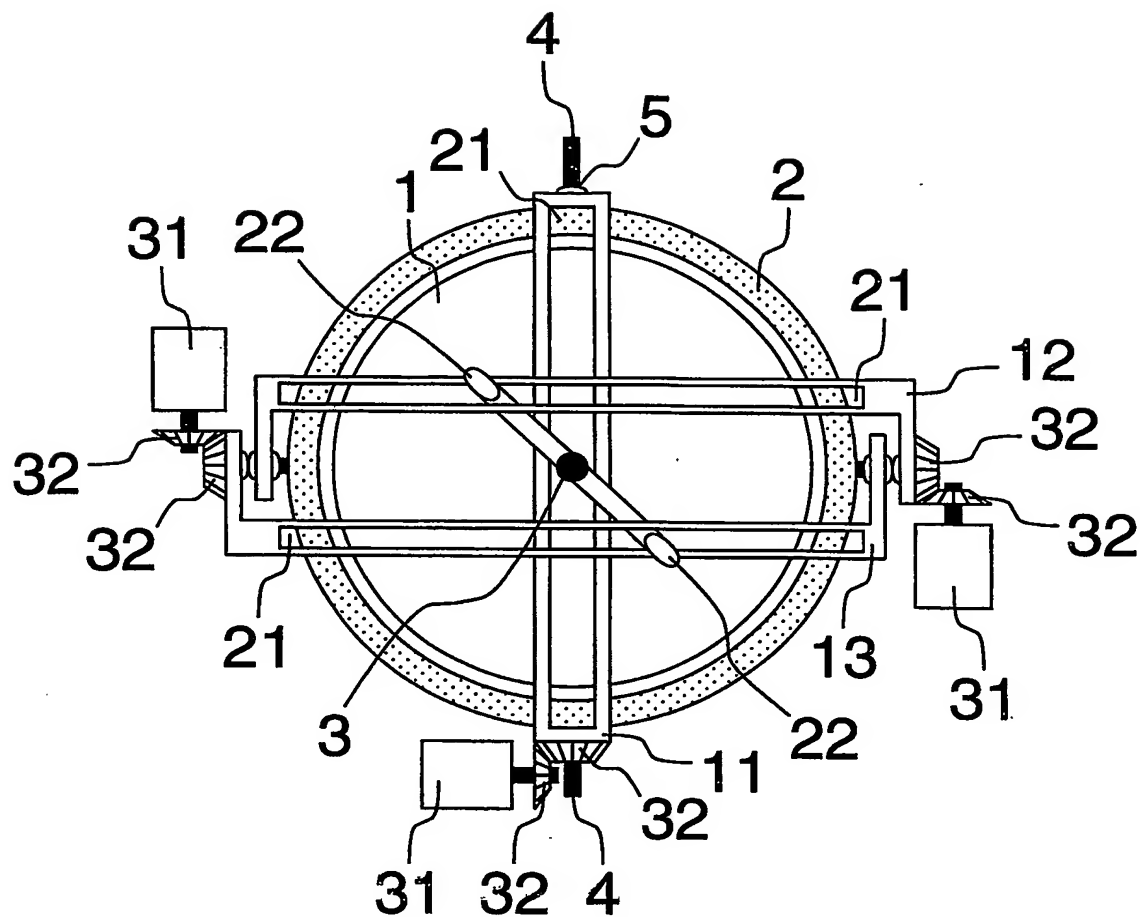


38/40

第 3 8 図

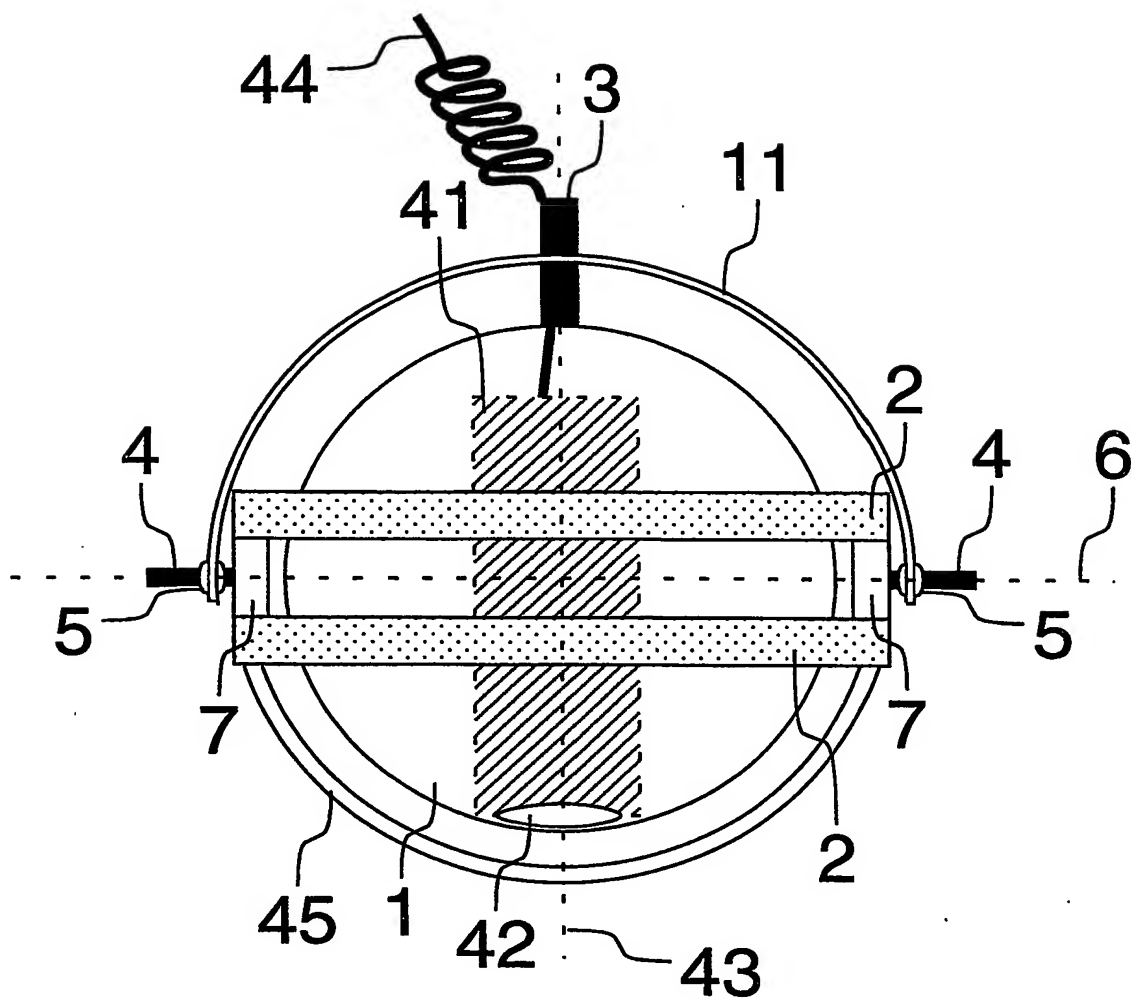


第39図



40/40

第40図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/09058

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ F16H21/48, G01B21/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ F16H21/48, G01B21/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-166135 A (Origin Electric Co., Ltd.), 24 June, 1997 (24.06.97), Full text (Family: none)	1-22
A	JP 61-228158 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 11 October, 1986 (11.10.86), Full text (Family: none)	1-22
A	JP 2001-82913 A (President of The University of Tokyo), 30 March, 2001 (30.03.01), Full text (Family: none)	1-22

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing
date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means
"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 October, 2003 (20.10.03)

Date of mailing of the international search report
04 November, 2003 (04.11.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F16H21/48, G01B21/22

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F16H21/48, G01B21/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 9-166135 A (オリジン電気株式会社) 1997. 06. 24, 全文 (ファミリーなし)	1-22
A	JP 61-228158 A (工業技術院長) 1986. 10. 11, 全文 (ファミリーなし)	1-22
A	JP 2001-82913 A (東京大学長) 2001. 03. 30, 全文 (ファミリーなし)	1-22

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20. 10. 03

国際調査報告の発送日

04.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

高辻 将人

3 J

9823

電話番号 03-3581-1101 内線 3327